بمناسبة حلول القرن الخامس عشر الهجري

مصادر ودراسات في تاريخ العلوم العربية الإسلامية

سلسلة تاريخ التكنولوجيا - ٣



تصنيف

بني موسى بن شاكر

تحقيق

الدكتور

أحمد يوسف الحسن

بالتعاون مع

محمد علي خياطة　　مصطفى تعمري

جامعة حلب

معهد التراث العلمي العربي

١٩٨١

كتاب الحيل

مصادر ودراسات في تاريخ العلوم العربية الإسلامية

سلسلة تاريخ التكنولوجيا – ٣



كتاب الحيل

تصنيف

بني موسى بن شاكر

تحقيق

الدكتور

أحمد يوسف الحسن

بالتعاون مع

محمد علي خياطة   مصطفى تعمري

جامعة حلب

معهد التراث العلمي العربي

١٩٨١

الى ذكرى المهندسين الذين أسهموا في
بناء الحضارة الاسلامية العربية
بمناسبة حلول القرن الخامس عشر الهجري

محتويات الكتاب

رقم الصفحة

رقم
الصفحة

رقم
الصفحة

رقم
الصفحة

رقم
الصفحة

رقم
الصفحة

قائمة اللوحات المصورة

تقديم

كان لزاماً على معهد التراث العلمي العربي ان يبدأ اعماله في تاريخ التكنولوجيا العربية بنشر كتاب الحيل لبني موسى ، وكان هذا المشروع بالفعل اول الاعمال التي اهتم بها المعهد . ولم تكن مخطوطة طوبقاني رقم ٣٤٧٤ معروفة آنذاك . وعندما اكتشفت هذه المخطوطة توقف العمل بالمشروع بانتظار نشر الترجمة الانكليزية التي كان يقوم باعدادها الدكتور دونالد هيل . ويأتي الآن نشر هذا الكتاب الهام بعد نشر عملين آخرين في هذه السلسلة عن تاريخ التكنولوجيا العربية من قبل المعهد هما كتاب الطرق السنيه في الآلات الروحانية لتقي الدين وكتاب الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل للجزري .

من المؤسف ان يتأخر نشر كتاب الحيل لبني موسى حتى الآن رغم اهتمام الغربيين به وبعد ان نشره كل من ڤيديمان وهاوسر بالالمانية في الربع الاول من هذا القرن وبعد أن نشر هيل الترجمة الانكليزية الكاملة في عام ١٩٧٩ . ولكننا نحمد الله على أن هذا الكتاب ينشر الآن كاملاً بالعربية . ويستطيع ابناء البلدان العربية الذين سمعوا كلهم ببني موسى ابن شاكر وسمعوا بكتاب الحيل، أن يمتعوا انفسهم بهذا الكتاب . ويستطيع المثقف العربي وطالب المدرسة الثانوية أو طالب الجامعة ان يحاول فهم هذه الآلات والتجهيزات المبدعة التي صمم معظمها او اخترعها بنو موسى وسوف يكون في ذلك بالنسبة لهم فائدة كبيرة ورياضة ذهنية .

أرى واجباً عليّ قبل كل شيء ان اتوجه بالشكر إلى زميلي وصديقي الدكتور دونالد هيل الذي كان كتابه باللغة الانكليزية عوناً كبيراً لنا في اخراج النص العربي . ولولا كتاب الدكتور هيل لاحتاج هذا العمل إلى أضعاف الزمن الذي استغرقه . فلقد سرنا على النهج الذي اتبعه في ترتيب الكتاب وفي تسلسل التجهيزات . واقتبسنا الكثير من الملاحظات والتعليقات التي وردت في كتابه . كما اتوجه بالشكر الى شركة رايدل ناشرة النص الانكليزي التي اذنت لنا بنشر كل ما نحتاج اليه من الكتاب .

لقد قمنا بطبيعة الحال بالتحقيق الكامل للنص العربي اعتماداً على المخطوطات الاصلية ، واعدنا رسم كافة رسوم الكتاب نقلاً عن هذه المخطوطات . ولكن عمل هيل كان دليلاً كبيراً لنا في اسلوب العمل . ومن الطبيعي أن تنجم عن تحقيق النص العربي فروق طفيفة بين هــذا النص العربي وبين الترجمة الانكليزية . ولكن ذلك لا يضير أياً من العملين : الحالي أو ترجمة هيل .

والعمل الآخر الهام الذي يستحق الشكر هو ذلك الذي قام به هاوسر وحده وكذلك كل من ڤيديمان وهاوسر مجتمعين عندما نشرا بتصرف الترجمة الكاملة لكتاب الحيل بالالمانية . لقد كان عمل هذين الباحثين الفاضلين في الربع الأول من القرن العشرين عوناً كبيراً لكل من هيل ولنا في عملنا الحالي . لقد قدم ڤيديمان وهاوسر باعمالهما العديدة ومنها نشر كتاب الحيل بالالمانية اجل الخدمات لتاريخ العلوم العربية .

واتوجه بالشكر إلى مدير مكتبة طوبقابي سراي باستانبول على سماحه بنشر الصور الفوتوغرافية لبعض صفحات المخطوطة وعلى تعاونه الكامل في امداد المعهد بنسخة كاملة عنها على شكل ميكروفيلم وارسال بعض اللوحات الفوتوغرافية المكبرة لبعض رســوم المخطوطة . وهنا لا بد من أن اشكر الصديق الدكتور معمر ديزر مدير مرصد قانديللي باستانبول على مساعدته المخلصة في كل ذلك .

واشكر ايضاً المسؤلين عن مكتبة الڤاتيكان الذين ارسلوا الينا اكثر من مرة ، نسخة مصورة (ميكروفيلم) عن المخطوطة الموجودة لديهم عن كتاب الحيل .

واشكر كذلك الدكتور هلموت كلاوس مدير مكتبة الابحاث في غوتا على ارساله ميكروفيلمين احدهما لمخطوطة غوتا التي تؤلف جزءاً من مخطوطة غوتا — برلين المشتركة والثاني للمخطوطة التي نسخها فيليب موراني عن مخطوطة الڤاتيكان في نهاية القرن الماضي .

واسجل شكري ايضاً للدكتور ديتر جورج مدير المكتبة الوطنية في برلين الغربية على ارساله الميكروفيلم لجزء مخطوطة كتاب الحيل الموجود لديهم والذي يؤلف مع جزء غوتا المخطوطة الكاملة غوتا — برلين .

واعود الى شكر الصديق الدكتور دونالد هيل لانه امدنا بنسخ عن مخطوطة غوتا — برلين عندما تأخر وصول صور هذه المخطوطة من المانيا . وقام الدكتور هيل كذلك بوضع مجموعته من الصور الفوتوغرافية تحت تصرف المعهد تحوطاً من تأخر وصول الصور الفوتوغرافية المطلوبة من طوبقابي .

وارى لزاماً على ان اشكر الكثيرين من العاملين في معهد التراث العلمي العربي وفي مطبعة جامعة حلب على تعاونهم في اصدار هذا الكتاب . فالى جانب الاستاذين محمد علي خياطة الذي قام بالمساعدة في تحقيق المخطوطات ومصطفى تعمري الذي قام باعداد الرسوم . فانني اشكر الاستاذ مالك ملوحي في البحث في المراجع العربيـــة التي استندنا اليها في الدراسة التي تشكل القسم الاول من الكتاب . وأشكر الاستاذ محمد سمير قمند الذي قام بترجمة كتاب هاوسر من الالمانية الى العربية . واشكر الاستاذ الدكتور ادوارد كندي والآنسة عروبة زين الدين والآنسة عائشة صفاء مسلاتي الذين ساهموا بتدقيق وطباعة المقدمـــة الانكليزية . واشكر الاســتاذ جاك طبو لمساهمته في طباعـــة الميكروفيلمات للمخطوطات المستخدمة في التحقيق . واشكر كذلك الاستاذ الدكتور فائز اسكندر الذي قام بترجمة المقدمة الانكليزية . وكذلك الاستاذ محمد كامل فارس الذي كتب عنوان الكتاب بخطه الكوفي الجميل ، واشكر الخطاط السيد صلاح الدين شوشان الذي كتب الحروف الابجدية على كافة الرسوم . واشكر كافة العاملين في مطبعة جامعة حلب على صبرهم وتعاونهم واخص بالذكر مدير المطبعة السيد محمود حسين ومعاونيــه والسيد محمود مقدم والآنسة صونيا جانجي .

الدكتور احمد يوسف الحسن

المقدمة

١- بنو موسى - حياتهم وعصرهم

« كان القرن التاسع الميلادي — الثالث الهجري — قرناً اسلامياً » . (١) وقد كان العلماء المسلمون متفوقين الى حد كبير على أقرانهم في أقطار العالم الاخرى . كان اؤلئك العلماء هم حملة لواء الحضارة في تلك الايام ، كانوا متفوقين في كل شيء وكانت إنجازاتهم كثيرة ومبدعة في كافة فروع العلم . وفي النصف الأول من القرن التاسع الميلادي انجبت الحضارة العربية الاسلامية عباقرة العصر الذين قادوا العلم في تلك الحقبة .

وكان من بين هؤلاء الكندي وبنو موسى والخوارزمي والفرغاني وابن ماسويه وغيرهم .

كانت الحضارة العربية الاسلامية في أوجها ، وفي حين أن هارون الرشيد اشتهر برعايته للعلم والادب إلا أن المأمون(٢) سابع الخلفاء العباسيين(٣) (١٩٨ — ٢١٨ هـ / ٨١٣ — ٨٣٣ م) بَذّ سلفه الكبير .

---

(١) Sarton vol. I, p. 543

(٢) ولد المامون في بغداد في عام ١٧٠ هـ / ٧٨٦ م وتوفي في طرسوس عام ٢١٨ هـ / ٨٣٣ م . وكان في نظر الكثير من المؤرخين اعظم الخلفاء العباسيين .

(٣) من المفيد هنا أن نذكر اسماء الخلفاء العباسيين الاوائل الذين يتطرق بحثنا إلى عصرهم وتاريخ تولي كل منهم للحكم : السفاح ١٣٢ هـ / ٧٥٠ م ، المنصور ١٣٦ هـ / ٧٥٤ م، المهدي ١٥٨ هـ / ٧٧٥م، الهادي ١٦٩ هـ / ٧٨٥ م ، هارون الرشيد ١٧٠ هـ / ٧٨٦ م ، الامين ١٩٣ هـ / ٨٠٩ م ، المأمون ١٩٨ هـ / ٨١٣ م ، المعتصم ٢١٨ هـ / ٨٣٣ م ، الواثق ٢٢٧ هـ / ٨٤٢ م ، المتوكل ٢٣٢ هـ / ٨٤٧ م، المنتصر ٢٤٧ هـ / ٨٦١ م، المستعين ٢٤٨ هـ / ٨٦٢ م ، المعتز ٢٥٢ هـ / ٨٦٦ م ، المهتدي ٢٥٥ هـ / ٨٦٩ م المعتمد ٢٥٦ هـ / ٨٧٠ م ، المعتضد ٢٧٩ هـ / ٨٩٢ — ٩٠٢ م .

وقـــد أسس المأمون في بغداد اكاديمية للعلوم هي بيت الحكمة . وكان أهم نشاط قام به بيت الحكمة هو ترجمة الأعمال الفلسفية والعلمية من الأصول اليونانية . وقد بذل المأمون جهداً كبيراً في الحصول على المخطوطات اليونانية وأرســل بعثة الى ملك الروم لهذه الغاية ، وأمر بترجمة هذه المخطوطات . وكان بيت الحكمة يحتوي على مكتبة كبيرة وعلى مرصد فلكي . ويقــول مؤرخو العلم إن ما قام به المأمون من إنشاء بيت الحكمة يعتبر اعظم عمل من نوعه منذ انشاء متحف الاسكندرية في النصف الاول من القرن الثالث قبل الميلاد أي طيلة ما يزيد على الف عام(٤) .

في هـــذا الوسط العلمي نشأ بنو موسى الذين اصبحوا ابرز علماء بيت الحكمة وأعظمهم أثراً في تاريخ هـــذه المؤسسة العلمية . ولعب بنو موسى في ظل الخليفة المأمون ومن تلاه من الخلفاء دوراً هاما في تطوير العلوم الرياضية والفلكية والهندسية من خلال مؤلفاتهم ومن خلال تأثيرهم الفعال على حركة الترجمة من اليونانية الى العربية .

اشتهر الاخوة الثلاثة محمد وأحمد والحسن باسم بني موسى ، ولا يعرفون إلا بهذا الاسم(٥) . ولم تذكر المصـــادر تواريخ ولادتهم . ولكن محمداً كان أكبرهم(٦) . وبما أن أسماءهم تذكر دائماً بالتسلسل فيكون احمد هو الاوسط والحسن هو الأصغر . ونعلم أن محمداً توفي في ربيع الاول ٢٥٩ هـ (كانون الثاني ٨٧٣ م) (٧) . وتقول المصادر إن موسى بن شاكر خلف أولاده الثلاثة صغاراً وتركهم في رعاية المأمـــون(٨) . ونعلم أيضاً أن الحسن وهو أصغرهم كان عالماً مبدعاً في الهندسة في عهد المأمون ، فاذا فرضنا بأن الحسن كان في السابعة والعشرين من عمره عندما بلغ هذه المرتبة من العلم فيمكننا أن نستنتج أن أعمار الإخوة كانت تتراوح بين السابعة والعاشرة في بداية عهد المأمون وأنها كانت تتراوح بين السابعة والعشرين والثلاثين في نهاية عهده وبذلك يكون محمد الذي توفي في عام ٢٥٩ هـ (٨٧٣ م) قد بلغ السبعين عند وفاته .

وتتناقض الروايات حول موسى بن شاكر والد الإخوة الثلاثة . ويبدو أنه كان في حداثته قاطع طريق في منطقة خراسان(٩) ثم ندم وعاد إلى جادة الصواب وتقرب الى

---

(٤) Sarton Vol. I, p. 558

(٥) القفطي ص ٤٤١ .

(٦) نفس المصدر : ص ٤٤٢ .

(٧) ابن خلكان ص ٨٠ .

(٨) القفطي ص ٤٤١ .

(٩) ابن العبري ص ١٥٢ . القفطي ص ٤٤١ .

المأمون الذي كان مقيماً في مرو من أعمال خراسان اثناء تولي أخيه الأمين للخلافة ، ولازمه واقام في قصره وكرس وقته ونفسه للعلم واهتم بالفلك والرياضيات حتى عرف بالمنجم . ويقول القفطي إن ابن شاكر كان متقدماً هو وبنوه في الرياضيات وهيئة الافلاك وحركات النجوم(١٠) .

وعندما توفي موسى بن شاكر خلّف أولاده الثلاثة صغاراً فرعاهم المأمون وعهد بهم الى إسحق بن إبراهيم المُصْعَبّي ، فألحقهم إسحق ببيت الحكمة تحت اشراف الفلكي والمنجم المعروف يحيى بن أبي منصور . وكان المأمون أثناء أسفاره إلى بلاد الروم « يرسل الكتب إلى إسحق بأن يراعيهم ويوصيه بهم ويسأل عن أخبارهم »(١١) . وقد أتاح وجود بني موسى في بيت الحكمة فرصة ممتازة وغير عادية لهم من أجل تثقيف أنفسهم وإبراز مواهبهم العلمية . وفي حداثتهم وأثناء تلقيهم العلم « كانت حالهم رثة رقيقة وأرزاقهم قليلة ، على أن أرزاق أصحاب المأمون كلهم كانت قليلة على رسم أهل خراسان فخرج بنو موسى بن شاكر نهاية في علومهم »(١٢) . وقد تحسنت احوال الاخــوة الثلاثة كثيراً فيما بعد وخاصة في زمن الخلفاء الذين تعاقبوا على الحكم بعد المأمون وأصبحوا ذوي ثروة ونفوذ . وقبل أن نتحدث عن بني موسى كعلماء وعن إنجازاتهم العلمية وآثارهم لا بد لنا من الإشارة إلى أنهم نالوا ثقة الخلفاء المتعاقبين . وينطبق ذلك بصورة خاصة على أبي الجعفر محمد أكبرهم وأجلهم ثم على أخيه أحمد . وأسند إليهم الخلفاء العديد من المهام الكبيرة فقاموا ببعض الاعمال الإنشائية والهندسية منها قيامهم بالإشراف على حفر بعض الأقنية الكبيرة مثل قناة الجعفري(١٣) وقناة عمود ابن المنجم قرب البصرة(١٤) وشارك بنوموسى كذلك في الحياة السياسية المضطربة في بغداد .

ونستدل على مكانة بني موسى لدى الخلفاء المتعاقبين(١٥) من إيجاز بعض أخبارهم الواردة في المصادر التاريخية . وقد أسلفنا القول بأن المأمون هو الذي تكفل بتربيتهم وأصبح لهم دور بارز في عهده . أما عن علاقتهم بالمعتصم فلا نعلم عنها الشيء الكثير ولكننا نعلم

(١٠) القفطي ص ٣١٥ .
(١١) القفطي ص ٤٤١ .
(١٢) القفطي ص ٤٤٢ .
(١٣) ابن ابي اصبيعة ص ٢٨٦ .
(١٤) الطبري ج ٩ ص ٤١٣ .
(١٥) انظر الحاشية (٣) من اجل معرفة أسماء الخلفاء المتعاقبين .

بأن الكندي كان معلماً لأحمد ابن المعتصم وكان ذلك سبباً في حقد بني موسى على الكندي . وتتوفر لدينا معلومات أوفر عن علاقتهم بالواثق . ويروي ابن خرداذبه(١٦) والمسعودي(١٧) أن الواثق أوفد محمد بن موسى بن شاكر إلى بلاد الروم لينظر الى اصحاب الرقيم (اصحاب الكهف) بينما يذكر البيروني في الآثار الباقية(١٨) أن المعتصم هو الذي أوفده في هذه المهمة . ويحدثنا ابن خرداذبه والمقدسي ان الواثق أوفد محمد بن موسى الى طرخان ملك الخزر لفحص سدذي القرنين أو سد يأجوج ومأجوج . (١٩)

وقد لعب بنو موسى دوراً بارزاً وهاماً في زمن المتوكل . واستناداً إلى أقوال ابن أبي اصيبعة فقـــد أولع المتوكل بالآلات المتحركة واســـتعان في ذلك ببني موسى(٢٠) . وكانت تحف بحياتهم المخاطر كما هو حال باقي العلماء الذين كانوا يعيشون في كنف الخلفاء . وكان عليهم تبعا لذلك أن يتجنبوا الوقـــوع في الأخطاء . وعندما أراد المتوكل إنشاء قناة الجعفري عهد بهذا العمل إلى بني موسى الذين كلفوا بدورهم احمد بن كثير الفرغاني . وعندما ترامى الى الخليفة أن في الانشاء خطأً قرر ان يصلبهم على ضفة القناة فيما لو صح الخبر . ويبدو أن الفرغاني ارتكب خطأً كبيراً في أخذ مناسيب القناة بحيث أنها لم تكن لتمتلىء بالماء إلى العمق المطلوب . وقد هرع بنو موسى الى سند بن علي (وكان مهندساً بارعاً وصديقاً للكندي) فاشترط عليهم سند أن يساعدهم إن هم اعادوا للكندي كتبه ، ذلك أن بني موسى بسبب عداوتهم للكندي ألّبوا المتوكل عليه واستولوا على مكتبته . وقد استجاب بنو موسى لهذا الشرط وقال سند بأنه سوف يعلم الخليفة بأنه لا يوجد أي خطأ في حفر القناة لأن نهر دجلة كان في ذروة ارتفاعه ولن يستطيع أن يلحظ أحد الخطأ طيلة أربعة شهور يكون الخليفة اثناءها قد توفي حسب أقوال المنجمين . وبالفعل اغتيل المتوكل بعد شهرين ونجا بنو موسى من العقاب(٢١) .

وكان محمد معنياً كثيراً بالسياسة ، وقبل وفاة المنتصر أسَرَّ هذا الخليفة بحلم مزعج

---

(١٦) ابن خرداذبه ص ١٠٦ .
(١٧) المسعودي ، التنبيه والاشراف ص ١١٦ .
(١٨) البيروني الاثار الباقية ص ٢٩٠ .
(١٩) المقدسي ص ٣٦٢ .
(٢٠) ابن ابي اصيبعة ص ٢٨٦ .
(٢١) ابن ابي اصيبعة ص ٢٨٦ .

الى كل من محمد بن موسى وعلي بن يحيى(٢٢) . وساعد محمد في ان يمنع احمد بن المعتصم (تلميذ الكندي وصديقه) من تولي الخلافة وعمل على تعيين المستعين بدلاً منه . وفي زمن المستعين واثناء حصار بغداد من قبل أخي الخليفة أبي أحمد في عام ٢٥١ هـ (٨٦٥ / ٨٦٦ م) كلف عبد الله بن طاهر قائد جيش المستعين ، محمد بن موسى من أجل تقدير قوة جيش العدو(٢٣) . وعندما وقف المستعين في ذلك العام يخطب بالناس أثناء الاضطرابات في بغداد كان محمد بن موسى يقف مع آخرين إلى جانب الخليفة(٢٤) . وكان محمد بن موسى أحد الاشخاص الذين أرسلهم قائد الجيش ابن طاهر الى جيش أبي احمد للتفاوض على شروط تنازل المستعين عن الخلافة(٢٥) .

كانت هذه لمحة عن حياة بني موسى السياسية وعلى الاخص أكبرهم محمد ، وقد كان الاخوة الثلاثة متضامنين متكاتفين في حياتهم وفي أعمالهم وعلى الاخص العلمية منها . وقد أصبح ابناء موسى بحكم المنزلة العالية التي احتلوها من الاثرياء . ويقول القفطي(٢٦) عن محمد بن موسى أنه « علَتْ منزلته واتسع حاله إلى أن كان مدخوله في كل سنه بالحضرة وفارس ودمشق وغيرها نحو اربعمائة الف دينار ومدخول احمد اخيه نحو سبعين الف دينار » .

وقبل أن ننتقل الى بني موسى كعلماء لا بد لنا من التطرق الى ناحية هامة جداً من حياتهم . لقد ذكرنا نبذاً عن علاقتهم بالخلفاء لكي نتوصل الى تقييم النفوذ المعنوي والمادي الذي تمتعوا به ، فلم تكن حياتهم السياسية الا حدثاً ثانوياً من الناحية التاريخية . والأمر الهام الذي اشتهر به بنو موسى علاوة على مكانتهم العلمية هو رعايتهم لحركة الترجمة والانفاق على المترجمين والعلماء .

يقول ابن النديم(٢٧) عن بني موسى « وهؤلاء القوم ممن تناهى في طلب العلوم القديمة ، وبذل فيها الرغائب ، واتعبوا فيها نفوسهم ، وأنفذوا إلى بلد الروم من أخرجها اليهم ، فاحضروا النقلة من الاصقاع والاماكن بالبذل السني ، فاظهروا عجائب الحكمة...».

(٢٢) الطبري ج ٩ ص ٢٥٣ .
(٢٣) الطبري ج ٩ ص ٢٩٢ .
(٢٤) الطبري ج ٩ ص ٣٣٩ .
(٢٥) الطبري ج ٩ ص ٣٤٤ .
(٢٦) القفطي ص ٤٤٢ .
(٢٧) ابن النديم ص ٣٩٢ . انظر ايضاً ابن خلكان ص ٧٩ .

وأورد ابن ابي اصيبعة(٢٨) « إن بني شـاكر وهم محمد وأحمد والحسن كانوا يرزقون جماعة من النقلة منهم حنين بن اسحق وحبيش بن الحسن ، وثابت بن قرة وغيرهم في الشهر نحو خمسمائة دينار للنقل والملازمة » . ويقول ابن ابي اصيبعة ايضا عن محمد(٢٩) « وكان محمد هذا من أبر الناس بحنين بن اسحق وقد نقل له حنين كثيراً من الكتب الطبيه » .

لقد سخر بنو موسى اذن اموالهم لتطوير العلم وتشجيعه ، وكانوا يرسلون الرسل الى بلاد الروم لشراء الكتب بمبالغ طائلة . وكان محمد بن موسى يذهب بنفسه الى اسيا الصغرى لشراء المخطوطات(٣٠) . وفي إحدى هـذه الرحلات أحضر معه واحداً من الذين أصبحوا فيما بعد أشهر العلماء الرياضيين المسلمين وهو ثابت بن قرة وأقام ثابت في بيت محمد وتعلم في داره(٣١) .

ويمكننا القول باختصار إن بني موسى كانوا وراء حركة الترجمة التي اشتهرت في تلك الحقبة الهامة من عصر النهضة العلمية الاسلامية فكانوا يرعون ثابت بن قرة وحنين ابن اسحاق والكثيرين من المترجمين والعلماء . ولكنهم حسبما تقـول الروايات(٣٢) كانوا يقفون ضد الاشخاص الذين ينافسونهم في العلم ، فقاموا بإبعاد سند بن علي الذي كان يتناقش مع أحمد في المسائل العلمية ، عن بلاط المتوكل . أما خصامهم مع الكندي فقد كان حاداً ومريراً وتمكنوا بواسطة نفوذهم لدى المتوكل من إبعاد الكندي عن مجلسه(٣٣) . ويقول ابن أبي أصيبعة إن طبيعتهم تلك كادت تؤدي الى سقوطهم .

ولكن علاقتهم مـع معظم علماء عصرهم كانت ودية وكانوا يبرون العلماء ويتدارسون معهم الأمور ويطلعونهم على أعمالهم العلمية واشتركوا مع ثابت بن قرة في كتابة بعض الرسائل عن الظواهر الجوية استناداً الى مشاهداتهم المشتركة(٣٤) . وكانت لمحمد علاقة جيدة ووثيقة مع ابي معشر المنجم ومع يحيى بن ابي منصور وغيرهما من علماء العصر .

---

(٢٨) ابن ابي اصيبعة ص ٢٦٠ .
(٢٩) ابن ابي اصيبعة ص ٢٨٣ .
(٣٠) الفهرست ص ٣٩٢ ، ص ٣٩٤ .
(٣١) ابن ابي اصيبعة ص ٢٩٥ .
(٣٢) ابن ابي اصيبعة ص ٢٨٦ .
(٣٣) ابن ابي اصيبعة ص ٢٨٦ .
(٣٤) ابن ابي اصيبعة ص ٢٩٩ .

٢ - منزلة بني موسى العلمية وأعمالهم

يقول ابن النديم عن بني موسى « وكان الغالب عليهم من العلوم : الهندسة والحيل والحركات والموسيقى والنجوم وهو الأقل » . (١)

وكان محمد « وافر الحظ من الهندسة والنجوم عالماً باقليدس والمجسطي وجمع كتب النجوم والهندسة والعدد والمنطق وكان حريصاً عليها قبل الخدمة يكد نفسه فيها ويصبر » (٢)، « وكان أحمد دون أخيه في العلم الا صناعة الحيل فانه قد فتح فيها ما لم يفتح مثله لاخيه محمد ولا لغيره من القدماء المتحققين بالحيل مثل ايرن وغيره . وكان الحسن وهو الثالث منفرداً بالهندسة وله طبع عجيب فيها لا يدانيه أحد . علم كل ما علم بطبعه ولم يقرأ الاست مقالات من كتاب اقليدس في الاصول فقط وهي اقل من نصف الكتاب ولكن ذكره كان عجيباً وتخيله كان قوياً حتى حدث نفسه باستخراج مسائل لم يستخرجها احد من الاولين » (٣) .

وقبل ان نتناول تأثير اعمال بني موسى العلمية حتى يومنا هذا لا بد لنا ان نشير مرة أخرى بايجاز الى تأثيرهم الكبير في ازدهار الحضارة العلمية العربية .

فلقد تحدثنا عن المكانة الكبيرة التي احتلوها لدى الخلفاء وفي الاوساط العلمية طيلة حقبة هامة تناولت عهد كثير من الخلفاء بدءاً من عهد المأمون . فلقد تبنى بنو موسى العديد من العلماء منهم ثابت بن قرة وحنين بن اسحق وبذلوا من اموالهم الكثير في سبيل ترجمة الكتب من اليونانية الى العربية(٤) . وتعتبر انجازات بني موسى هـذه نقطة تحول هامة في الحياة العلمية العربية الاسلامية . وقد تميزت هذه المرحلة باستيعاب الاعمال اليونانية وبدء مرحلة الابداع العربي الاسلامي .

اما من حيث انجازاتهم العلمية فلقد اشتهر اسم بني موسى عبر التاريخ وارتبط بكتاب الحيل اكثر من اي كتاب آخر من اعمالهم . وقد امتدت شهرة كتاب الحيل حتى

---

(١) ابن النديم ٣٩٣ .
(٢) القفطي ٤٤٢ .
(٣) القفطي ٤٤٢ .
(٤) ابن ابي اصيبعة ص ٢٦٠ – انظر كذلك الفصل الاول من هذه المقدمة عن حياة بني موسى وعصرهم .

عصرنا هذا بفضل وجود مخطوطتين له والعثور مؤخراً على مخطوطة ثالثة . وسوف نبحث في موضوع كتاب الحيل في مكان آخر من هذا الكتاب .

وبالاضافة الى كتاب الحيل فلقد وصل الينا كتاب هام آخر من كتبهم وهو كتاب « معرفة مساحة الاشكال البسيطة والكرية » هـذا الكتاب الذي توجد منه عدة نسخ في مكتبات المخطوطات والذي قام بترجمته الى اللاتينية جيرارد الكريموني (Gerard of Cremona). وقد كان للترجمة اللاتينية هذه الفضل في حث مؤرخي الرياضيات في منتصف القرن التاسع عشر على دراسة مدى ارتباط بني موسى بمن سبقوهم(٥) واصبح حل مسألة التقسيم الثلاثي للزاوية التي يعرضها كتاب بني موسى موضع جدل ونقاش كبيرين .

وقد بين بعض الباحثين من خلال هذا النقاش بان حل بني موسى للتقسيم الثلاثي للزاوية يختلف عن الاصول اليونانية(٦) . وقد وعى العلماء العرب اهمية اسبقية الاخوة الثلاثة ونسبوا هذه الطريقة في قسم كبير منها اليهم . يقـول القفطي عن الحسن « ولكن ذكره كان عجيبا وتخيله كان قويا حتى حدث نفسه باستخراج مسائل لم يستخرجها احد من الأولين كقسمة الزاوية بثلاثة اقسام متساوية . . . . » .

يقول سوتر حول هذا الكتاب الذي نحن بصدده ان الحلول الواردة فيه تتجاوز الاعمال السابقة لبني موسى وتدل على ذكاء وتفكير مستقلين(٧) . وكان كتابهم هـذا من اكثر الكتب تداولاً من قبل الرياضيين والفلكيين في العصور الوسطى . ويعتقد كورتسه بان كوبر نيكوس كان يستخدم كتاب بني موسى(٨) وكان هـو المرجع الذي اعتمد عليه في حل مسألة التقسيم الثلاثي للزاوية .

وقد كان لبني موسى باع طويل في الرياضيات بشكل عام . كما انهم استخدموا هذه المعارف الرياضية في امور عملية . من ذلك انهم استعملوا الطريقة المعروفة الآن في انشاء الشكل الاهليليجي . وذلك بأن تغرز دبوسين في نقطتين وان تأخذ خيطاً طوله اكثر من ضعف البعد بين النقطتين ، ثم بعد ذلك تربط هذا الخيط من طرفيه وتضعه حول

---

(٥) سيزكين ص ٢٤٧ .
انظر كذلك مقالة : « بنو موسى » التي كتبها الدباغ في DSB الجزء الاول ص ٤٤٣ — ٤٤٦ .
(٦) سزكين ٢٤٧ .
(٧) اورد ذلك هاوسر ص ٧ .
(٨) سزكين ص ٢٤٧ .

الدبوسين وتدخل فيه قلم رصاص فعند ادارة القلم يتكون الشكل الاهليليجي وتسمى النقطتان بمحرّقي الشكل الاهليليجي او بؤرتيه(٩) .

وكتب بنو موسى كتاباً في القرسطون . ولكن كتاب القرسطون لثابت بن قرة (تلميذ بني موسى وزميلهم) هو الذي وصل الينا . ويبدو ان لكتاب ثابت علاقة بكتاب بني موسى ، ومن المؤكد ان بني موسى اخذوا كل ما كان معلوما عن هذا الموضوع عمن سبقوهم وطوروه .

وفي مجال الارصاد الفلكية نرى ان بني موسى مارسوا ارصادهم وسجلوها ووصلت هذه الارصاد الى الفلكيين الذين جاؤا من بعدهم . فنجد ان ابن يونس قد استخدمها واثنى عليها . وتعتبر انجازات بني موسى في هذا المجال هامة وقيمة . ويروي ابن يونس ان بني موسى قاموا بهذه الارصاد في المرصد الخاص بهم . يقــول البيروني في الآثار الباقية(١٠) « وإن احد من الحاسبين احب ان يعرف وقت الاجتماع المحقق بالارصاد دون ما اورده هؤلاء فعليه بالجدول الذي قصدنا لاستنباطه على حسب ما ادتنا اليه الارصاد المصححة القريبة العهد بنا على مثال الذي تقدم وهو انا نظرنا الى قول بطليموس في مقدار شهر القمر الاوسط وقول خلد بن عبد الملك المرورذي على ما قاسه بدمشق وقول بني موسى بن شاكر وقول غيرهم فوجدنا اولى الأقاويل بأن يؤخذ به ويُعمل عليه ما اورده بنو موسى ابن شاكر لبذلهم المجهود في ادراك الحق وتفردهم في عصرهم بالمهارة في عمل الرصد والحذق به ومشاهدة العلماء منهم ذلك وشهادتهم له بالصحة وبعد عهد رصدهم بأرصاد القدماء وقرب عهدنا به » .

ويروى ابن خلكان(١١) ان المأمــون كلف بني موسى بقياس درجــة من خط نصف النهار لمعرفة محيط الارض ويروى تفاصيل ما قام به بنو موسى . ولكن سوتر(١٢) ونللينو(١٣) يريان بانهم ربما كانو مشاركين فقط في هــذا العمل لانهم كانوا شبانا صغاراً زمن المأمون ولم يكونوا قد نالوا بعد من العلوم والارصاد الشهرة او الخبرة .

---

(٩) طوقان ٩٩ . سمث – تاريخ الرياضيات ج ١ ص ١٧١ .
(١٠) البيروني الاثار الباقية ص ١٥١ .
(١١) ابن خلكان ح ٢ ص ٧٩ – ٨٠ .
(١٢) سوتر (انظر هاوسر ص ٩) .
(١٣) نللينو علم الفلك ص ٨٩ .

ويتحدث ابن ابي اصيبعة(١٤) عن انجازات بني موسى في علم الارصاد الجوية . كما يتحدث ثابت بن قرة عن الظواهر التي راقبها بنو موسى عن الهواء .

وعلى العموم كان بنو موسى افذاذاً . لقد اثروا في عصرهم تأثيراً قوياً . كانوا القوة الدافعة وراء حركة الترجمة وكانوا مبرزين في شتى انواع العلوم الرياضية والفلكية والفيزيائية والميكانيكية . وتركوا اثاراً خالدة وصل بعضها الينا . وكتاب الحيل الذي نحن بصدده هو اهم هذه الكتب التي سلمت والذي ارتبط اسمه باسم بني موسى طيلة القرون الماضية .

اعمال بني موسى المدونة في المراجع القديمة والحديثة

أ ــ الاعمال التي اوردها كل من الفهرست لابن النديم (ف) وتاريخ الحكماء للقفطي (قف) :

(١)	كتاب القرسطون	بنو موسى	ف ، قف
(٢)	كتاب الحيل	أحمد	ف ، قف
		(وينسب ايضا للاخوة الثلاثة)	
(٣)	كتاب الشكل المدور المستطيل	الحسن	ف ، قف
(٤)	كتاب حركة الافلاك الاولى (قف) أو (كتاب حركة الفلك الاولى ــ ف)	محمد	ف ، قف
(٥)	كتاب المخروطات (ف) أو (كتاب مخروطات بلينوس) (قف)	محمد	ف ، قف
(٦)	كتاب ثلث (؟)	محمد	ف
(٧)	كتاب الشكل الهندسي الذي بين غالينوس امره	محمد	ف ، قف
(٨)	كتاب الجزء	محمد	ف ، قف
(٩)	كتاب بين فيه بطريق تعليمي ومذهب هندسي أنه ليس في خارج كرة الكواكب الثابتة كرة تاسعة(ف) أو : كتاب في انكار ان ثم كرة تاسعة الافلاك (قف)	أحمد	ف ، قف

(١٤) ابن ابي اصيبعة ص ٢٩٩ .

(١٠) كتاب في اولية العالم (ف) أو : كتاب في اول العلل (قف)	محمد		ف ، قف
(١١) كتاب المسألة التي القاها على سند بن علي أحمد بن موسى (ف) او : كتاب المسألة التي القاها احمد بن موسى على سند بن علي (قف)	احمد		ف ، قف
(١٢) كتاب على مائية الكلام	محمد		ف
(١٣) كتاب مسائل جرت ايضاً بين سند وبين احمد	(احمد ؟)		ف
(١٤) كتاب مساحة الاكر وقسمة الزواية بثلاثة أقسام متساوية ووضع مقدار بين مقدارين ليتوالى على قسمة واحدة (ف) أو كتاب مساحة الكرة وقسمة الزاوية بثلاثة اقسام متساوية (قف)	(بنو موسى)		ف ، قف

ب — بعض الاعمال التي اشارت اليها المراجع القديمة او وردت تحت اسماء اخرى في كتب التراجم :

(١٥) الجداول الفلكية	بنو موسى	اشار اليها البيروني وابن يونس
(١٦) كتابان ارسلا الى ثابت بن قرة في أمر الزمان (ولثابت جوابان حولهما)	محمد	قف (ص ١١٧) ابن ابي اصيبعة(ص٢٩٩)
(١٧) كتاب في الالات الحربية	بنو موسى	حاجي خليفة (عمود١٤٥)
(١٨) ارصاد احوال الهواء	بنو موسى وثابت بن قرة	ابن ابي اصيبعة(ص٢٩٩)

ج — بعض الاعمال التي اشار اليها كتاب محدثون :

(١٨) حول الكرة	بنو موسى	اشار اليه هاوسر(ص١٠) (نقلا عن الفرغاني)
(١٩) علة الاسطرلاب	بنو موسى	اشار اليه هاوسر(ص١٠) (نقلاً عن البيروني في كتاب الاستيعاب)

(٢٠) وصف الآلة التي تزمر بنفسها — بنو موسى — نشره لويس شيخو اليسوعي في المشرق وتقوم باحثة في الجامعة اللبنانية (منى شعراني) بنشره وتحقيقه مرة أخرى .

د – اعمال بني موسى المتبقية حتى الآن :

	الكتاب	مكان وجوده	المراجع
(١)	كتاب الحيل	استانبول الفاتيكان غوتا / برلين	هيـل بروكلمان سوتر
(٢)	كتاب معرفة مساحة الاشكال البسيطة والكرية – الترجمة اللاتينية (جيرارد الكريموني) (وهو على الارجح الكتاب رقم ١٤ من القائمة السابقة)	استانبول – طهران – برلين لندن – اكسفورد – باريس هالة – باريس – بازل مدريد – اكسفورد الخ	بروكلمان سزكين سوتر
(٣)	مقدمة كتاب المخروطات (ترجمة هلال الحمصي وثابت بن قرة) (انظر الملاحظات ادناه)	اكسفورد (بودليان) – ليدن – استانبول – مشهد (ايران)	بروكلمان سزكين سوتر
(٤)	وصف الآلة التي تزمر بنفسها (لم يرد في القائمة أ)	بيروت	بروكلمان (نشر النص لويس شيخو اليسوعي في مجلة المشرق وتقوم بنشره وتحقيقه مرة اخرى منى شعراني في الجامعة اللبنانية)

وبالاضافة الى ما ذكر نبدي الملاحظات الموجزة التالية :

١) لا تتوفر مخطوطة **لكتاب القرسطون** لبني موسى وانما توجد مخطوطة لكتاب القرسطون لثابت بن قرة . وربما لم يكن كتاب ثابت بن قرة الا نسخة موسعة عن كتاب القرسطون لبني موسى الذين كانوا اساتذة ثابت (انظر هاوسر ص ١١) .

٢) فيما يتعلق **بكتاب المخروطات** : قام هلال بن ابي هلال الحمصي وثابت بن قرة بترجمة كتاب المخروطات لابولونيوس وهو يتألف من سبعة اجزاء . وقام احمد ابن شاكر بمراجعة هـذه الترجمة والتعليق عليها (انظر سوتر ص ٢١ ، بروكلمان الملحق ١ ص ٣٨٣ ، سزكين ص ١٣٦) .

٣) اورد سوتر (ص٢١) ان مكتبة فلورنسه تحتوى على مخطوطة (رقمها٢٧١) منسوبة لابي جعفر محمد بن موسى عنوانها "Liber de Sphaera in plano describenda" ويظن بروكلمان (الملحق ١ ص ٣٨٣) ان المؤلف هو على الارجح ابو جعفر محمد بن موسى الخازن (القرن الرابع الهجري) .

٤) اشار بروكلمان (الجزء ١ ص ٢٤١) الى مخطوطتين موجودتين في المكتبات ومنسوبتين الى بني موسى هما :

أ ــ الدرجات في طبائع البروج (موجودة في لينغراد)

ب ــ احكام الدرج للمواليد (موجود في جامعة برنستون Garr. 968)

ولم يرد ذكر هاتين المخطوطتين في المراجع الأخرى .

٣ - كتاب الحيل في المراجع العربية والأجنبية

رغم كثرة ما ألفه بنو موسى في العلوم الرياضية وهيئة الافلاك وحركات النجوم إلا أن أهم ما كانوا يتميزون به بين المؤرخين هو كتاب الحيل . ولم يرد وصف أو ذكر لبني موسى الا كان كتاب الحيل أبرز ما يوصفون به .

يقول القفطي(١) عنهم « واشهر ما ينسب اليهم الكتاب المعروف بحيل بني موسى » . ويقول ابن خلكان(٢) في ترجمته لمحمد بن موسى بن شاكر : « [هو] أحد الاخوة الثلاثة الذين ينسب إليهم حيل بني موسى وهم مشهورون بها » . ونجد نصوصاً مماثلة لدى أبي الفداء(٣) واليافعي(٤) وغيرهم .

وعن كتاب الحيل يقول ابن خلكان(٥) : « ولهم في الحيل كتاب عجيب نادر يشتمل على كل غريبة . ولقد وقفت عليه فوجدته من أحسن الكتب وأمتعها وهو مجلد واحد » . وفي مكان آخر يقول القفطي(٦) « وكان بنوه الثلاثة أبصر الناس بالهندسة وعلم الحيل ولهم في ذلك تواليف عجيبة تعرف بحيل بني موسى وهي شريفة الأغراض عظيمة الفائدة مشهورة عند الناس » .

وأدرج كتاب الحيل في فهرست ابن النديم(٧) ضمن اسماء الكتب المؤلفة في الحركات وفي ترجمة بني موسى(٨) وأدرج كذلك في ترجمة القفطي لموسى بن شاكر(٩) . وقد نسب كل من ابن النديم والقفطي هذا الكتاب لاحمد بن موسى . وأجمعت المصادر على أن أحمد كان دون أخيه محمد في العلم الا صناعة الحيل فانه بَذّ فيها سائر الناس وفاق فيها القدماء المعروفين مثل ايرن (هيرون) وغيره(١٠) .

---

(١) القفطي ص ٤٤١ .
(٢) ابن خلكان ص ٧٩ .
(٣) ابو الفداء ص ٤٩ .
(٤) اليافعي ص ١٧٠ .
(٥) ابن خلكان ٧٩ .
(٦) القفطي ٣١٥ .
(٧) ابن النديم ص ٤١١ .
(٨) ابن النديم ٣٩٣ .
(٩) القفطي ٣١٦ .
(١٠) القفطي ص ٤٤٢ .

ويقول ابن خلدون(١١) : « . . . وقد افرد بعض المؤلفين في هــذا الفن كتاباً في الحيل العلمية يتضمن من الصناعات الغريبة والحيل المستطرفة كل عجيبة وربما استغلق على الفهوم لصعوبة براهينه الهندسية وهو موجود بأيدي الناس ينسبونه إلى بني شاكر والله تعالى اعلم » .

اما الجزري(١٢) وهــو مهندس ألف كتاباً مشهوراً في صناعة الحيل فيقول في القسم الذي يتحدث فيه عن الفوارات « لم أسلك في ذلك مذهب بني موسى رحمهم الله والفضل لهم بالسبق إلى موضوعات المعاني » .

ثم ينتقد الجزري فوارات بني موسى التي يعتبرها غير موثوقة إذ أنه اعتبر الفترة الزمنية التي تنقضي بين تغير النافورة من شكل الى آخر بانها غير كافية وقصيرة جداً .

وفي العصر الحديث بدأ الاهتمام بكتاب الحيل في الغرب منذ نهاية القرن الماضي . ولكن الدراسات الجادة بدأت في مطلع هذا القرن عندما نشر كل من ڤيديمان وهاوسر مقالات حول هذا الكتاب . ونشر هذان الباحثان مشتركين مقالات حول أواني الشراب الكبيرة (الاشكال ٧٥ – ٨٧)(١٣) ، وأوردا شرحاً لكيفية عمل هــذه الوسائل وأعادا رسم الاشكال مع حروف لاتينية . ثم نشر هاوسر كتاباً موسعاً وادرج فيه بقية اشكال كتاب الحيل دون ان يتقيد بالنص الحرفي لكتاب الحيل بل انه اكتفى بشرح الجهاز متصرفاً في النص . واستند هاوسر الى ترجمة قام بها ڤيديمان وعلى المراجع التي قدمها ڤيديمان اليه(١٤) . وكان للعمل المشترك لڤيديمان وهاوسر ثم للعمل الذي اصــدره هاوسر أهمية كبيرة في تعريف الباحثين بكتاب الحيل . ويستطيع كل من يعرف الالمانية أن يفهم بصورة جيدة اشكال بني موسى . ويحتوي كتاب هاوسر على معلومات كثيرة عن المصادر العربية وعن حياة وأعمال بني موسى مع مراجعة عن الأعمال المماثلة لكتاب الحيل عند المؤلفين العرب واليونان . ووصف هاوسر المخطوطات التي كانت معروفة لديه . ويشتمل كتاب هاوسر على شرح للاشكال (الاجهزة) مع رسوم معدلة لها وشروحات وملاحظات عديدة . ويمكن القول عموماً بان عمل كل من ڤيديمان وهاوسر من جهة وعمل هاوسر وحده من

(١١) ابن خلدون ص ٤٨٧ .
(١٢) الجزري ص ٣٩٣ .
(١٣) فيديمان وهاوسر (W. H. I)
(١٤) هاوسر (Hauser)

جهة اخرى يؤديان الغرض المنشود : وهو تعريف مؤرخي العلوم والمهندسين المهتمين بتاريخ مهنتهم بهذا الكتاب الهام . وهناك هنات وثغرات فيما قام به هذان الباحثان . ذلك ان المعلومات الواردة عن المراجع غير كافية فهما لا يذكران رقم الطبعة وتاريخها والمعلومات الكافية لتحديدها . كما ان الشروحات الفنية التي يقدمها هاوسر (مثل شرح المباديء الهيدروستاتيكية والميكانيكية) لا تكفي لتقريب الموضوع الى القاريء العادي . وهناك أمر هام أثر كثيراً على عمل ڤيديمان وهاوسر ذلك هو أنهما لم يكونا على علم بوجود المخطوطة طوبقابي احمد الثالث ٣٤٧٤ وقد كان من نتيجة ذلك أنهما لم يستطيعا التمييز بين أخطاء الناسخين وبين الاخطاء الاصيلة . وقد اثبتت المخطوطة احمد الثالث ٣٤٧٤ بان بني موسى كانوا اكثر دقة مما توحي به المخطوطتان الاخريان .

وكان العمل الاخير والهام الذي تناول كتاب الحيل لبني موسى هو الترجمة الانكليزية الكاملة التي صــدرت في عام ١٩٧٩ . فلقد قام هيل(١٥) بترجمة كتاب الحيل كاملاً ، وهو في ذلك يكمل ما كان قد بدأ به عندما أصدر الترجمة الكاملة لكتاب الجزري في عام ١٩٧٤ . وكان كتاب هيل هو أول كتاب يصدر مشتملاً على كامل كتاب الحيل باية لغة كانت بما في ذلك اللغة العربية . وقــد كان لاكتشاف مخطوطة احمد الثالث اهمية كبيرة زادت من قيمة ترجمة هيل . وقد لجأ هيل الى التصوير الفوتوغرافي الاصلي للرسم المرافق لكل شكل والى اعادة الرسم ثانية بصورة تخطيطية مشتملاً على الرموز بالحروف اللاتينية . وفي نهاية كل شكل أورد هيل تعليقاً حيثما كان ذلك التعليق ضرورياً . واضاف هيل احياناً رسوماً توضيحية في الحالات التي تتطلب مثل هذه الرسوم . واتبع هيل ايضاً اسلوباً حميداً عندما اورد في مقدمة الكتاب فصلاً شرح فيه عشرة مباديء اساسية استخدمها بنو موسى في تصاميمهم . وهذه المباديء تكررت في كثير من أشكال بني موسى . وفي الشكل الواحد من أشكالهم قد يرد مبدأ او مبدأان أو أكثر . وبهذه الطريقة لم تعد هناك حاجة إلى أن يكثر هيل من الشروحات أو أن يكرر هذه الشروحات ما دامت هذه المباديء تتكرر في اكثر من شكل .

والى جانب ما اورده هيل عن حياة بني موسى واعمالهم فقــد اورد فصلاً في المقدمة عن مخطوطات كتاب الحيل وأعطى في هذا الفصل شرحاً ووصفاً مفصلاً لكل من المخطوطات الثلاث المعروفة . كما أنه أورد فصلاً عن المصادر السابقة له التي تناولت هذا

(١٥) هيل (Hill)

الكتاب . كما أنه أورد مقارنة تاريخية لكتاب الحيل مع ما سبقه وما تلاه من أعمال مماثلة . ومما تميز به كتاب الحيل الذي أصدره هيل عن كتاب الجزري الصادر عنه ايضاً ، أن كتاب الحيل يحتوى في نهايته على معجم بالمصطلحات العربية وما يرادفها باللغة الانكليزية . كما اشتمل على قائمة بالمراجع التي استند اليها في اصدار هذا الكتاب .

لقد اصبح كتاب الحيل لبني موسى الآن كتاباً معروفاً جيداً في العالم الغربي بفضل كتاب هيل الاخير ولم يعد هـذا الكتاب مجرد اسم اسطوري يسمع به الناس ولا يعرفون محتواه .

٤ ـ مخطوطات كتاب الحيل وأسلوب التحقيق

رغم اهمية كتاب الحيل وشهرته الا ان المخطوطات المتبقية منه قليلة جداً . وهناك الآن في العالم ثلاث مخطوطات رئيسية فقط من هذا الكتاب وهذه المخطوطات الرئيسية هي :

١ ـ مخطوطة طوبقابي سراي ـ احمد الثالث ٣٤٧٤ (وقد رمزنا لها بالحرف ط) .

٢ ـ مخطوطة مكتبة الفاتيكان ـ الفاتيكان رقم ٣١٧ (ورمزنا لها بالحرف ف) .

٣ ـ مخطوطة موزعة بين مكتبة غوتا في المانيـا الديموقراطية غوتا برتش رقم ١٣٤٩ ـ آ **(Katalog von Pertsch No. A 1349 a)**

وبين مكتبة برلين في المانيا الغربية رقم ٥٥٦٢
(Mq. 739 Ahlwardt No. 5562)

(وقد رمزنا لغوتا بالحرف غ ولبرلين بالحرف ب)

والمخطوطة الاولى (طوبقابي احمد الثالث ٣٤٧٤) لم تكتشف الا مؤخـراً(١) . وقد ثبت ان هذه المخطوطة هي افضل مخطوطات كتاب الحيل على الاطلاق . وكانت المخطوطتان الفاتيكان وغوتا ـ برلين معروفتين منذ القرن الماضي . وعندما قام ڤيدمان وهاوسر بابحاثهما استخدما هاتين المخطوطتين .

ونظراً لان مخطوطة الفاتيكان كانت حتى عهد قريب هي المخطوطة الرئيسية فقد اتخـذ هاوسر(٢) تسلسل ارقام الاشكال فيها اساساً في ترجمته . وتبنى هيل(٣) هـذا الترقيم بشكل أساسي في الكتاب الذي اصدره رغم انه استخدم مخطوطة طوبقابي اساساً في ترجمة النص الى الانكليزية .

١ ـ مخطوطة طوبقابي احمد الثالث ٣٤٧٤

هذه أفضل مخطوطات كتاب الحيل من حيث صحة النص ودقة الرسوم . وكانت

(١) كان كنج (انظر المراجع) اول من لفت النظر الى وجود هذه المخطوطة في عام ١٩٧٥ عند مراجعته لترجمة كتاب الجزري التي قام بها دونالد هيل .

(٢) هاوسر ـ كتاب الحيل بالالمانية .

(٣) هيل ـ ترجمة كتاب الحيل بالانكليزية .

كما اسلفنا غير معروفة للمحققين الا منذ عهد قريب . وهي لا تتبع احياناً من حيث ارقام الاشكال التسلسل المتبع في الفاتيكان وتختلف عنها في مواضع عديدة في هذا الترقيم . كما ان هناك اضطراباً في ترقيم وتسلسل الصفحات بالنسبة لبعض الاشكال . ولا يوجـد ترقيم عربي للصفحات . ويبدو ان النسخة الاصلية قـد اضطرب ترتيب صفحاتها وأعيد جمع ما تبقى منها ، دون التقيد بالترتيب الصحيح للصفحات مما أدى الى هذا الاضطراب . وهناك في الاساس ترقيم ابجدي يسير وفق نهج معين يمكن ان نلاحظه على اوراق المخطوطة .

والجدول المقارن المدرج في هذا الفصل يعطي ارقام اشكال الكتاب الحالي مع ارقام الاشكال كما وردت في المخطوطة (ط) وفي المخطوطة (ف) كما يبين الجدول حالة الاشكال في كل من المخطوطات الثلاث (ط) ، (ف) ، (غ — ب)، كما يبين مواقع صفحات اشكال المخطوطة (ط) .

وبالاضافة الى ما ورد في الجدول المقارن نورد الملاحظات التالية :

١ — ربما كانت المخطوطة (ط) اقدم المخطوطات الثلاث . نقول ذلك قياساً على نوع خطها وعلى دقة رسومها التي هي اقرب ما تكون الى الرسوم التي يشير اليها النص . فهذه نسخة ليست بعيدة عن النسخة الاصلية التي كتبها بنو موسى . ومن عادة الناسخين الجاهلين بموضوع اي كتاب من هذا النوع ان يبتعدوا بالتدريج عن الرسوم الاصلية وبتعدد أجيال الناسخين تزداد الانحرافات حتى تصبح الرسوم احياناً غير صحيحة او غير مفهومة . ومن دراسة رسوم هذه المخطوطة نرجح انها قريبة في عهدها الى المخطوطة الاصلية .

٢ — هناك نقص احياناً في نسخة الفاتيكان نجده كاملاً في نسخة طوبقابي . كما ان العكس ايضاً صحيح . ولكن النقص في نسخة الفاتيكان بالمقارنة مع نسخة طوبقابي اكثر وروداً . ونجد ان معظم النقص في طوبقابي يعود الى شرود عين الناسخ وقفزة سطراً أو أكثر عندما تلتقط العين في سطر لاحق كلمة مماثلة في سطر سابق . ومع ان هناك اخطاء مماثلة سببها مثل هذا الشرود في نسخة الفاتيكان إلا ان هذه النسخة (اي نسخة الفاتيكان) تحتوى على اخطاء سببها العيوب والفجوات الموجودة في المخطوطه الاصلية التي تم النقل عنها .

٣ — تتميز رسوم مخطوطة طوبقابي بالاضافة الى دقتها الهندسية بصحة الحروف الابجدية المميزة لاجزاء الاشكال . ولا تخلو هذه الرسوم بالطبع من الاخطاء ولكنها اخطاء

ضئيلة نسبياً . ومن ناحية اخرى نجد ان الرسوم تشتمل على صور الحيوانات والطيور والاشخاص في حين ان رسوم مخطوطتي الڤاتيكان وغوتا / برلين تفتقر الى هذه الصور . وهذا النقص في المخطوطتين (ف) و (غ / ب) يجعل فهم الاشكال عسيراً في بعض الاحيان . ويستطيع القارىء ان يلمس الفارق بين مستوى رسومات المخطوطات الثلاث من دراسة الاشكال التي اوردنا فيها الرسوم من كل من طوبقابي والڤاتيكان في آن واحد . ونذكر مثلاً واحداً للدلالة على الفارق في دقة الرسم . ففي المخطوطة (ط) نجد ان الفثيون (أي السكّر أو الحنفية) مرسوم دائماً بدقة في حين انه مرسوم في المخطوطة (ف) بصورة رمزية .

ومن دراسة كتاب الحيل الذي نشره هاوسر بالألمانية نجد انه اعتمد على رسوم الڤاتيكان بالدرجة الاولى وقد قام هاوسر بمجهود جبار لمحاولة فهم هذه الرسوم واضطر في احيان كثيرة الى توضيحها برسم إضافات على الرسوم الاصلية بخطوط متقطعة . ولو أن نسخة طوبقابي كانت متاحة لهاوسر لوفرت عليه ذلك العناء ، لأن اضافات هاوسر غير ضرورية بالنسبة لرسومات طوبقابي .

٤ — ونجد كذلك ان الحروف المميزة على الرسوم مكتوبة في كل من المخطوطتين (ف) و (غ / ب) بعدم اكتراث ودون اية دقة . ونجد ذلك ايضاً في النصوص ولا تتطابق الحروف الواردة في النص على الحروف المسجلة على الرسوم مما يجعل فهم الاشكال عسيراً للغاية . وقد اصطدم كل من هاوسر وڤيديمان بعقبات وصعوبات هائلة . وجابه هيل نفس الصعوبات في بداية عمله الى ان اشار كنج الى وجود المخطوطة (ط) وبدأ هيل باستخدامها . وفي هذه المخطوطة تختفي هذه الصعوبات نظراً لتطابق الحروف الواردة في النص مع الحروف الواردة على الرسوم .

٥ — من دراسة جدول المقارنة نجد ان المخطوطة (ط) تشتمل على ٧١ شكلاً كاملاً ونجدها ايضاً في المخطوطة (ف) . وهناك ١١ شكلاً غير كامل وهذه الاشكال واردة في مخطوطة الڤاتيكان . وهناك خمسة اشكال غير موجودة ونجد ان ارقامها مفقودة أيضاً في تسلسل أرقام طوبقابي (راجع جدول المقارنة) مما يدل على انها كانت موجودة في النسخة الكاملة قبل تبعثرها . وهذا كله يدل على ان هناك على الأقل ٨٧ شكلاً متماثلاً وردت في كل من (ط) و (ف) و (غ / ب) . وهذه الاشكال متشابهة في اسلوبها مما يدعو الى التأكيد بانها من جملة اشكال بني موسى الأصلية .

٦ — هناك شكلان وردا في طوبقابي ولم يردا في الفاتيكان او في برلين / غوتا وهما الشكلان ٣٥ و ٧٠ بموجب ترقيم طوبقابي . اما الاول (الشكل ٣٥) فهو أصلي دون اي شك . فهناك اشارة اليه عند الكلام عن الشكل ٣٧ . وبالفعل لا بد لنا من اجل فهم الشكل ٣٧ من ان نعود الى الشكل ٣٥ وبذلك اعتبرنا هذا الشكل احد الاشكال الرئيسية من المائة شكل الموجودة في هذا الكتاب (راجع جـدول المقارنة) .

اما الشكل ٧٠ فهو دخيل ، اذ ان النص يشير الى اشكال مماثلة في فصول ثلاثة سابقة ، وهي فصول لم ترد ، ويبدو انها جزء من كتاب آخر . كما ان هذا الشكل لا يماثل اي شكل آخر في الكتاب وهو غير قابل للعمل حسبما ورد شرحه ورسمه ، ولهذا ادرج هذا الشكل في الملحق (رقم ٢) .

٢ — مخطوطة الفاتيكان ٣١٧ :

تتألف مخطوطة الفاتيكان من ٧٤ ورقة و ٩٢ رسماً . وأحد هذه الرسوم (وهو الرسم الخاص بالشكل ٦٨) مكرر . والاشكال مرقمة بالحروف الابجدية . والجدول الوارد في هذا الفصل يقارن بين المخطوطات الثلاث بما في ذلك مخطوطة الفاتيكان . ونلخص حالة مخطوطة الفاتيكان كما يلي :

١) **الاشكال ١ — ٥٥** كاملة بالتسلسل مع رسومها على الصفحات 1V حتى 37 R باستثناء رسم الشكل ١٣ الذي ورد على ورقة اضافية واقعة بين الورقتين 47 و 48 ومرقمة رقما اضافيا هو (47-a) .

٢) **الاشكال ٥٦ — ٥٨** وردت كاملة على الصفحات 37 V حتى 52 V ولكن بصورة مضطربة وغير متسلسلة بالنسبة الى قسم منها :

الشكل ٥٦ يبدأ على الصفحة 41 R بالرقم الابجدي (س) أي ٦٠ ، وينتهي القسم الاول من هـذا الشكل على الصفحة 41 V حيث يوجد خط افقي يقطع الصفحة ، ويستمر الشكل على الصفحة 49 R تحت الخط الافقي الذي يقطع هذه الصفحة وينتهي النص على الصفحة 49 V مع الرسم .

الشكل ٥٧ كامل ومتسلسل على الصفحات R 38 حتّى V 39 .

الشكل ٥٨ يبدأ على الصفحة V 39 ثم يستمر على الصفحتين R 50 و V 50 وينتهي النص مع الرسم على الصفحة R 40 .

الشكل ٥٩ كامل وبالتسلسل على الصفحتين R 40 و V 40 .

الشكل ٦٠ يبدأ في رأس الصفحة V 37 بالرقم الابجدي نو (أي ٥٦) وهذا القسم من الشكل محاط بخط متصل يحيط بالقسم العلوي من الصفحة ، ويستمر النص على الصفحة V 41 وينتهي على الصفحة R 42 ويقع الرسم على الصفحة V 42 .

الشكل ٦١ كامل وبالتسلسل على الصفحات V 42 الى V 43 .

الشكل ٦٢ كامل وبالتسلسل على الصفحات V 43 الى V 44 .

الشكل ٦٣ كامل وبالتسلسل على الصفحات V 44 الى V 45 .

الشكل ٦٤ كامل وبالتسلسل على الصفحات V 45 الى V 46 .

الشكل ٦٥ كامل وبالتسلسل على الصفحات V 46 الى V 47 .

الشكل ٦٦ كامل وبالتسلسل على الصفحات V 47 الى V 48 .

الشكل ٦٧ يبدأ في ذيل الصفحة V 48 ويستمر حتّى الخط الافقي المرسوم عرضاً ويقسم الصفحة R 49 ، ثم يستمر تحت الخط الافقي على الصفحة V 37 وينتهي النص مع الرسم على الصفحة R 38 .

الشكل ٦٨ يبدأ على الصفحة V 49 ، ويستمر على الصفحات R 51 و R 52 و V 52 و R 53 وينتهي مع الرسم على الصفحة V 53 . ونجد تكراراً هنا حيث ان الصفحتين R 52 و R 51 متماثلتان تماما في النص كذلك نجد ان معظم النص الوارد على الصفحة V 52 هو تكرار لما ورد على الصفحة V 51 .

٣) الاشكال ٦٩ ـــ ٩٠ كاملة بالتسلسل مع رسومها دون اضطراب في ترتيب الصفحات .

٤) الشكل ٩١ غير موجود

٥) الشكل ٩٢ يوجد فقط القسم الثاني من النص مع الرسم على الصفحة 74 R .

٦) الشكل ٩٣ يوجد النص الكامل بدون الرسم على الصفحة 74 V . وهنا تنتهي المخطوطة .

٧) الاشكال ٩٤ـــ١٠٠ غير موجودة .

وتنتهي مخطوطة الفاتيكان بعبارة « تم الكتاب بحمد الله القدير وحسن توفيقه والحمد لله وحده » .

وهنا لا بد ان نذكر أمرا يهم الباحثين وهو ان في مكتبة غوتا مخطوطة منقولة تماماً عن مخطوطة الفاتيكان التي نحن بصددها . وتحمل مخطوطة غوتا (المنسوخة عن مخطوطة الفاتيكان) الرقم ١٣٤٩ ايضاً (MS. Orient 1349) وهـــو نفس رقم مخطوطـــة غوتا المذكورة في صدر هذا البحث والتي تؤلف مع مخطوطة برلين نصاً شبه كامل . والمميز الوحيد بين المخطوطتين هو الحرف (a) حيث ان رقم غوتا المتممة لبرلين هو 1349 a في حين ان رقم مخطوطة غوتا المنسوخة عن الفاتيكان هـــو 1349 . وكان بيرتش Pertsch قد كلف في عام ١٨٩٢ رجلاً اسمه فيليب موراني في روما بان ينسخ مخطوطة الفاتيكان ، فقام موراني بهذا العمل بكل دقـــة وامانة(٤) واودعت نسخة موراني في مكتبة غوتا . وفي الحرب العالمية الاولى لم يستطع هاوسر استخدام مخطوطة الفاتيكان الاصلية بسبب ظروف الحرب واعتمد على النسخة التي نقلها موراني حيث استعارها من مكتبة غوتا واعتمد عليها في تحضير ترجمته (التي تصرف بها) في ارلانجن .

وبالاضافة الى ما ذكرناه حول مخطوطة الفاتيكان فاننا نورد الملاحظات التالية :

١) خط المخطوطة نسخي وهو مقروء وجيد .

٢) عند بداية الشكل ٢٣ (الصفحة 16 R) نجد العبارة التالية :

« هذا الكتاب الثاني من كتاب ابي الحسن احمد بن موسى المنجم رحمه الله في الحيل للعفريت الفيلسوف أحمد بن حياة امها . بسم الله الرحمن الرحيم . . . » .

---

(٤) هاوسر ص ١٩ .

ونجد نصاً مماثلاً في بداية الشكل ٤٣ (الصفحة 27 V) حيث وردت العبارة: « هذا الكتاب الثالث الخ . . . » . وقبل الشكل ٦٦ (الصفحة 47 V) يتكرر نص مماثل : « هذا الكتاب الرابع الخ . . . » .

وربما كان هذا « الفيلسوف العفريت » هو ناسخ المخطوطة .

٣) هناك شكل اتخذ في مخطوطة الڤاتيكان الرقم ٢٠ ولكننا ادرجناه في ملاحق هذا الكتاب لخروجه عن سياق الاشكال الاخرى (الملحق رقم ١)

٤) نجد الى جانب الشكل ٢٠ من ارقام الڤاتيكان (والملحق رقم ١ في هـذا الكتاب) حاشية تشير الى ان الناسخ كان يستعين بمخطوطة كان يملكها أبو نصر يحيى بن جرير . ونجد في نهاية الشكل حاشية تشير الى ذلك ايضاً .

٥) هناك عدد من التعليقات منسوبة الى « عطارد » . وربما كان هذا عطارد بن محمد الحاسب المنجم(٥) ونجد مثل هذه التعليقات في الاشكال ٣٧ ، ٦٤ ، ٦٥ وغيرها .

٦) نجد ان مخطوطة الڤاتيكان اقل المخطوطات الثلاث ترتيباً واناقة . فهناك تشطيبات كثيرة واضافات عديدة في الحواشي . ولكن معظم هذه التشطيبات ضرورية من اجل تصحيح الاخطاء وتلافي السهو . ومن الملاحظ ان قسماً كبيراً من التصحيحات على نسخة الڤاتيكان يعتبر في نفس الوقت تصحيحاً لاخطاء مماثلة او سهو مماثل في المخطوطة برلين / غوتا . وهذا يؤدي بنا الى احد احتمالين : فاما ان يكون ناسخ مخطوطة الڤاتيكان نقل اولاً عن مخطوطة برلين / غوتا ثم صحح ما نسخه اعتماداً على مخطوطة اخرى افضل منها . أو أن ناسخَيْ المخطوطتين برلين / غوتا والڤاتيكان نقلا عن اصل واحد ثم عمد ناسخ الڤاتيكان الى تصحيح ما نقله اعتماداً على مخطوطة أخرى وهذا الافتراض الثاني هـو الارجح نظراً لتفوق مخطوطة الڤاتيكان على مخطوطة برلين / غوتا في دقة النص وصحة الرسوم .

٧) ان مخطوطة الڤاتيكان تأتي في المرتبة الثانية من حيث دقة النص والرسوم بعد مخطوطة طوبقابي .

---

(٥) عطارد بن محمد الحاسب (او الكاتب) الف « كتاب منافع الاحجار » أو « كتاب الجواهر والاحجار » وهو اقدم الكتب الاسلامية الموجودة لدينا عن الحجارة الكريمة وكان حاسباً ومنجماً . ذكر سارتون (ج ١ ص ٥٧٢) انه عاش في القرن التاسع بينما ذكر فيدمان (ج ٢ ص ٥٠٣) انه عاش في منتصف القرن العاشر (وهو اقرب الى الصحة ما دام قد علق على كتاب الحيل) . وذكر سوتر انه عاش في النصف الثاني من القرن العاشر (سوتر ص ١٦٦) . وعموما هناك تضارب حول سني حياته في المراجع المختلفة .

٣ — **مخطوطة غوتا (A. 1349 a) وبرلين (5562) :**

نجد ان ترتيب الاشكال في المخطوطتين غوتا / برلين هو نفس ترتيب اشكال مخطوطة الفاتيكان . ولكن الاشكال غير مرقمة في بداياتها بالترقيم الابجدي كما هو الحال في كل من (ط) و (ف) ، ونجد ان الارقام مكتوبة بالكلمات على الرسوم (حتى الشكل ٤٢) . ونجد ان الصفحات مرقمة بالارقام العربية المشرقية في حين ان مخطوطتي الفاتيكان وطوبقاني[١] مرقمتان بالارقام الغربية أو العربية المغربية . والمخطوطة كما ذكرنا موزعة بين غوتا وبرلين وفيما يلي تفصيل ذلك (راجع ايضاً جدول المقارنة) :

١) الاشكال ١ — ١٠ كاملة مع الرسوم ، **برلين** ، صفحة 1 V حتى 10 R [٢]
ويتكرر الشكلان ١ ، ٢ بخط مخالف في بداية المخطوطة غوتا على الصفحة 19 V .

٢) الشكل ١١ الجملة الاولى ، برلين ، اسفل الصفحة 10 R
استمرار النص ، برلين ، الصفحة 10 V

٣) الاشكال ١٢ — ١٨ غير موجودة في اي من المخطوطتين .

٤) الاشكال ١٩ — ٣٣ كاملة مع الرسوم ، **غوتا** ، صفحة 20 R حتى 37 V (باستثناء الكلمات الاولى من الشكل ١٩)

٥) الشكل ٣٤ النص بدون رسم ، غوتا ، صفحة 37 V حتى 38 V .

٦) الاشكال ٣٥ — ٤١ كاملة مع الرسوم ، **غوتا** ، صفحة 38 V حتى 47 V .

٧) الاشكال ٤٢ — ٥٠ غوتا — وهي مضطربة وغير متسلسلة وقسم منها غير كامل :

الشكل ٤٢

القسم الاول من النص صفحة 47 V , 48 R
استمرارية النص (١) 48 V
ولكن النص غير الكامل

---

(١) توجد ارقام ابجدية ايضاً على معظم اوراق المخطوطة (ط) .
(٢) استخدمنا الترقيم الاجنبي لتسهيل المقارنة مع بقية المخطوطات .

الشكل ٤٣

نهاية النص مع الرسم صفحة (١) 51 R

الشكل ٤٤

كامل مع الرسم ، صفحة 51 V , 52 R , 52 V

الشكل ٤٥

توجد بداية النص ونهايته فقط ومعظم النص غير موجود والرسم موجود ، صفحة 52 V , 53 R , 53 V

الشكل ٤٦

كامل مع الرسم صفحة 53 V الى 55 V

الشكل ٤٧

كامل مع الرسم صفحة 55 V الى 57 R

الشكل ٤٨

الجملة الاولى أسفل الصفحة 57 R
بقية القسم الاول صفحة (2) 48 V ، (2) 51 R
الرسم صفحة 57 V

الشكل ٤٩

الجملة الاولى اسفل الصفحة 57 V

الشكل ٥٠

معظم النص (باستثناء البداية) مع الرسم صفحة 61 R حتى 62 R

٨) الاشكال ٥١ — ٥٥ غوتا ، كاملة مع الرسوم ومتسلسلة من اسفل الصفحة 62 R الى اعلى الصفحة 67 V

٩) الاشكال ٥٦ — ٦١ غوتا ، مضطربة وغير متسلسلة :

الشكل ٥٦

النص (غوتا) ، صفحة 76 R حتى 77 V
الرسم (برلين) ، صفحة 89 V

الشكل ٥٧

النص غير كامل والرسم موجود :
الجملة الاولى اسفل صفحة 68 V
القسم الاخير من النص صفحة 70 R
الرسم صفحة 70 V

الشكل ٥٨

بداية النص صفحة 70 V
القسم الثاني صفحة 69 R
القسم الثالث صفحة 69 V
القسم الرابع صفحة 72 R
النهاية صفحة 72 V حتى 73 R
الرسم صفحة 72 V

الشكل ٥٩

النص بدون الجملة الاخيرة وبدون رسم صفحة 73 R و 73 V

الشكل ٦٠

القسم الاوسط من النص صفحة 67 V
الرسم صفحة 77 V

الشكل ٦١

كامل مع الرسم صفحة 78 R حتى 79 V

١٠) الشكل ٦٢ غوتا / برلين
بداية النص (نهاية المخطوطة غ) صفحة 79 V
نهاية النص (المخطوطة ب) صفحة 80 R و 80 V
الرسم 81 R

١١) الاشكال ٦٣ — ١٠٠ برلين ، كاملة ومتسلسلة ، الصفحة 81 R حتى 143 V
مع الملاحظات التالية :

أ — الرسم ٦٧ :

القسم المتوسط من النص مع الرسم : المخطوطه **غوتا** صفحة 68 R , 68 V

ب— نجد الرسم الخاص بالشكل ٥٦ على الصفحة برلين 89 V

ج — يوجد تبادل في الرسمين بين الشكلين ٩٧ و ٩٨ .

وبالاضافة الى ما سبق نورد الملاحظات التالية :

١) يبدو ان مخطوطة غوتا / برلين كانت تحتوى في **الاصل** على نفس الاشكال التي تحتوى عليها مخطوطة الفاتيكان حتى الشكل ٩٣ . فترقيم الاشكال الاثنين والاربعين الاولى متماثلة في كل من المخطوطتين مع اخذ الاشكال المفقودة ١١ — ١٨ بعين الاعتبار . وعلاوة على ذلك فهناك في مخطوطة غوتا / برلين ثمانية اشكال كاملة غير موجودة في مخطوطة الفاتيكان (بما في ذلك الشكل ٩١ الذي ينقص من مخطوطة الفاتيكان) . واذا اخذنا المخطوطتين معاً يكون لدينا ١٠٠ شكل كامل .

٢) ان مخطوطة غوتا / برلين تأتي من حيث المستوى في الدرجة الثالثة بعد كل من طوبقابي والفاتيكان . فمع ان هذه المخطوطة تبدو حسنة وذات خط جيد الا انها ليست دقيقة . فهناك في النص نواقص وأخطاء عديدة . والرسوم غير دقيقة وينقصها الكثير من الحروف المميزة ، والحروف الموجودة لا تنسجم غالباً مع الحروف الواردة في النص .

٣) مخطوطة غوتا / برلين مؤرخة يوم الجمعة ١٥ جمادى الاول عام ٦٠٧ ه الموافق ٤ حزيران ١٢١٠ م (ربما كان هناك خطأ في اليوم اذ انه يجب ان يكون يوم الخميس) . اي ان هذه النسخة كتبت في العصر الذي عاش فيه الجزري ونحن نعلم ان كتاب الجزري انجز في عام ٦٠٢ ه .

٤ — مخطوطتان ثانويتان اخريان في كل من ليدن ونيويورك :

بالاضافة الى المخطوطات الثلاث الرئيسية التي اشرنا اليها هناك جزءان من مخطوطتين لا بد من الاشارة اليهما بايجاز ، الاولى هي المخطوطة أور ١٦٨ (MS. or. 168) الموجودة في جامعة ليدن ، والثانية هي المخطوطة رقم ٢ من مجموعة سبنسر الهندية — الايرانية في المكتبة العامة في نيويورك Indo-Persian Spenser Collection MS. 2 .

أ ــ مخطوطة ليدن رقم أور ١٦٨ (Or. 168)

تبحث معظم هــذه المخطوطة في الهندسة (Geometry) ، ولكنها تحتوي على ستة اشكال او نمــاذج ميكانيكية وهي الاشكال ٧٤ ــ ٧٨ وكذلك ٨٤ (٦) من اشكال بني موسى وهناك شكل سابع لا مثيل له في المخطوطات الرئيسية الثلاث . وهذا الشكل مماثل لاشكال بني موسى وربما كان احدها . ولكن بما ان هذه النسبة ليست مؤكدة فقد ادرج هذا الشكل في ملحق هذا الكتاب . ومما يضعف نسبة الشكل المذكور الى بني موسى بصورة مؤكدة انه لم يرد في المخطوطات الثلاث الرئيسية كما ان هناك بعض الفروق في الالفاظ والتعابير المستخدمة .

ب ــ مخطوطة نيويورك ــ مجموعة سبنسر الهندية الايرانية رقم ٢

نجد في هــذه المخطوطة بعد رسالة ارشميدس(٧) ، وبعد آلة موسيقية منسوبة الى ابولونيوس البيزنطي ، رسالة منسوبة الى الحكيم محمد ياسين . وهناك ست اوراق بدون متن وتحتوى فقط على رسوم تخطيطية باهتة جداً . ثم تأتي صفحة تحمل عنواناً يفهم منه بان الاشكال الموصوفة انما هي ماخوذة من كتاب الحيل لبني موسى بن شاكر المنجم ثم تأتي اثنتا عشرة صفحة من النص العربي بخط فارسي مع عدد من الرسوم . وفي عدد من الصفحات نجد ان النص والرسوم تالفة وتستحيل قراءتها . ومن هذه الاشكال نستطيع ان نميز شكلين فقط من اشكال كتاب الحيل لبني موسى وهما الشكلان ٧٥ ، ٩٧ (وكلاهما قنديلان) . وهناك شكلان من اشكال الجزري (النوع الثاني الشكل الاول والشكل الثاني) والباقي يبحث في اجهزة عديدة غير معروفة . وتنتهي المخطوطة في الصفحة الاخيرة بنسبة ما ورد فيها الى بني موسى مرة اخرى . وتاريخ المخطوطة هو ١٠٣٠ هـ / ١٦٢٠ م اي انه عمل متأخر وهو عبارة عن مجموعة من الاشكال الماخوذة من عدة اعمال سابقة وليس من كتاب الحيل وحده .

الخلاصـــة :

من استعراض المخطوطات الثلاث الرئيسية ، والاثنتين الجزئيتين نتوصل الى ما يلي :

١ ــ إن أجود المخطوطات هي طوبقابي وتليها الڤاتيكان ثم غوتا / برلين . كما ان

(٦) Hill(2) ص ١٣ .
(٧) Hill(2) ص ١٣ .

المخطوطة الجزئية ليدن ذات فائدة ايضاً . اما مخطوطة نيويورك فهي ليست بذات قيمة لعملنا الحالي .

٢ – اذا نظرنا الى الترقيم المتبع في هذا الكتاب نجد ان المخطوطة ط تحتوي على ٧٢ شكلاً كاملاً وعلى ١١ شكلاً غـير كامل وذلك من الاشكال المائـة الاساسية . وهناك شكل دخيل (هو الرقم ٧٠ في طوبقابي) اوردناه في الملحق (رقم ٢) فيكون مجموع عدد الاشكال الواردة في هذه المخطوطة ٨٤ شكلاً ، منها ٨٣ من الاشكال المائة الاصلية وواحد منها دخيل ادرج في الملحق .

٣ – تحتوى مخطوطة الڤاتيكان على ٨٩ شكلاً كاملاً وعلى شكلين غير كاملين وذلك من الاشكال المائة التي نسبناها الى بني موسى وتحتوي كذلك على شكل دخيل (وهو رقم ٢٠ في تسلسل ارقام الڤاتيكان) ادرج في هذا الكتاب في الملحق (رقم ١) . وبذلك يكون مجموع اشكال المخطوطة ٩٢ شكلاً منها ٩١ أصلية وواحد دخيل .

٤ – تحتوى مخطوطة غوتا / برلين على نفس اشكال الڤاتيكان وبنفس التسلسل باستثناء الاشكال ١١ – ١٨ المفقودة منها . وتحتوى علاوة على ذلك على ثمانية اشكال اضافية لا توجد لا في طوبقابي ولا في الڤاتيكان . وبفضل هذه المخطوطة يكتمل عدد الاشكال المستخدمة في هذا الكتاب الى مائة (باستثناء اشكال الملاحق) .

٥ – استناداً الى التحليل الذي اورده هيل(٨) يمكن القول بان هناك بـين المخطوطات الثلاث ٨٩ شكلاً يمكن نسبتها الى بني موسى منها ٨٧ شكلاً بصورة مؤكدة وشكلان بصورة شبه مؤكدة . وهذه الاشكال مرقمة من ١ الى ٨٩ في جدول المقارنة .

وقـد فحص الجزري الاشكال ٨٩ ، ٩٠ ، ٩١ فهو ينتقدها بشدة وليس من المحتمل ان يكون الجزري قد خدع في نسبة هذه الاشكال الى بني موسى . اما الشكل ٩٤ فهو ليس بالتأكيد من اشكال بني موسى . فمؤلف هذا الشكل يشير الى الشكل ٩٢ (وربما الى ٩٣) قائلاً « كما عمل بنو موسى في السابق » . لذلك فمن المنطقي ان ندرج الاشكال ٩٠ – ٩٣ بين الاشكال الاساسية .

(٨) Hill (3) كتاب الحيل ص ١٢ – ١٣ .

اما الاشكال الستة الباقية فلا يمكن ان ننسبها الى بني موسى بشكل مؤكد . ونجد في نهاية الشكل ٩٣ تعليقاً لشخص يدعى ابو الحسن على بن احمد الحاسب . ويقول علي بانه فحص الشكل الخامس والتسعين في نسخة كتبها فتح غلام بني موسى وانه وجـد تصحيحات بيد محمد بن موسى . وهذا يعني بان الشكل ٩٣ يجب ان يكون ٩٥ . وتبقى قضية الاشكال الستة الاخيرة غير مؤكدة فالثلاثة الاخيرة هي من نوع الاختراعات التي قد يحتاج إليها احمد بن موسى من اجل مشاريعه في الهندسة المدنية .

ونعيد ما توصل اليه هيل كما يلي : ان الاشكال من ١ الى ٨٧ اصلية ويمكن نسبتها الى بني موسى بكل ثقة والاشكال من ٨٨ الى ٩٣ يرجح انها من تصميمهم اما الشكل ٩٤ فهو ليس من اشكالهم ، أما الاشكال من ٩٥ الى ١٠٠ فأمرها غير مؤكد .

اسلوب التحقيق :

اتبعنا في التحقيق نفس الخطوات المتبعة في تحقيق كتاب « الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيـل » لبديع الزمان ابن الرزاز الجزري(٩) . فلقـد تم الحصول على ميكروفيلمات مخطوطات طوبقابي والفاتيكان وغوتا وبرلين . ثم جرى تصويرها على ورق التصوير . وتمت الاستعانة بالترجمة الانكليزية لدونالد هيل والترجمة الالمانية لفرديدريك هاوسر واستخدمنا ترتيب الاشكال الذي سار عليه دونالد هيل والذي سار بدوره على نهج هاوسر ، باستثناء الشكل ٢٠ في نسخة الفاتيكان حيث اخرجه هيل من بين الاشكال الرئيسية واورده كملحق للكتاب . وكان هاوسر قد اعتمد بصورة رئيسية على مخطوطة الفاتيكان لأن مخطوطة طوبقابي لم تكن بعد معروفة . ثم جرى نسخ مجموعة الاشكال المائة مع اشكال الملحق الثلاثة على الورق بقلم الرصاص وتم كمرحلة أولى تدوين الفروق بين النصوص المنسوخة وبين النصوص غير المنسوخة . واعتبرت المخطوطة طوبقابي هي الاساس كلما كان النص متاحاً في هذه المخطوطة . وعند انعدام النص من المخطوطة طوبقابي كانت مخطوطة الفاتيكان تعتبر هي الاســاسية . وعندما كان النص ينعدم من كل من طوبقابي والفاتيكان (الاشكال ٩٠ وما يلي ذلك) فقد اصبحت برلين هي المخطوطة الوحيدة . وبعد مرحلة النسخ اليدوي ومقارنة المخطوطات بدأت المرحلة الثانية وهي مرحلة دراسة الاشكال من الناحية الهندسية ومقارنة النصوص بالرسوم ومن ثم اختيار النص الصحيح والرموز الابجدية

---

(٩) الجزري

الصحيحة الذي يجعل المعنى الفني مستقيماً . ومن الطبيعي ان تؤخذ كلمات او عبارات من المخطوطة الثانية بدلاً من كلمات او عبارات المخطوطة المنسوخة أو ان تصحح الكلمات او العبارات من قبل المحقق لكي يستقيم النص .

وعند توفر النص في المخطوطة طوبقاني (ط) وهي أصح المخطوطات واجودها وافضلها رسوماً كان التحقيق سهلاً نسبياً وكانت المقارنة تتم مع مخطوطة الفاتيكان (ف) . وعندما كانت مخطوطة الفاتيكان هي الاساسية (لانعدام النص في المخطوطة ط) كانت تتم المقارنة مع المخطوطة غوتا (غ) او برلين (ب) وكان التحقيق هنا اكثر صعوبة من الحالة الاولى . وعندما اصبحت نسخة برلين هي الوحيدة (في الاشكال العشرة الاخيرة) اصبح التحقيق صعباً للغاية في بعض الاشكال مما اضطرنا الى افتراض رموز او كلمات او التدخل في النص في الحدود الدنيا التي تجعل النص مفهوماً ومستقيماً . فالمخطوطة غوتا / برلين هي بدون شك اسوأ المخطوطات الثلاث وهي مليئة بالاخطاء والنواقص .

اما المرحلة الثالثة للتحقيق فهي تتضمن اعادة رسم الرسوم واعادة كتابة الرموز الابجدية عليها لكي تتوافق مع النصوص المحققة .

وفي نهاية كل شكل من الاشكال اوردنا بعض الملاحظات والتعليقات . وتمت الاستفادة عند وضع هذه الملاحظات من الترجمة الانكليزية لدونالد هيل ومن الترجمة الالمانية لهاوسر .

مقارنة مخطوطات كتاب الحيل لبني موسى

الرقم في هذا الكتاب بالارقام	الرقم في هذا الكتاب بالابجدية	الرقم في ط	الرقم في ف	حالة الاشكال: ط	حالة الاشكال: ف	حالة الاشكال: غ / ب	مواقع الاشكال في ط
١	أ	١	١	غيرموجود عدا الجملة الاخيرة والرسم موجود	كامل	ب / غ — كامل	1 R
٢	ب	٢	٢	كامل	كامل	ب / غ — كامل	1 R, 1 V
٣	جـ	٣	٣	كامل	كامل	ب — كامل	1 V, 9 R
٤	د	٤	٤	كامل	كامل	ب — كامل	9 V, 10 R
٥	هـ	٥	٥	كامل	كامل	ب — كامل	10 R, 10 V, 11 R
٦	و	٦	٦	كامل	كامل	ب — كامل	11 R, 11 V, 12 R
٧	ز	٧	٧	كامل	كامل	ب — كامل	12 R, 12V, 2 R, 2 V
٨	ح	—	٨	غير موجود	كامل	ب — كامل	غير موجود
٩	ط	—	٩	غير موجود	كامل	ب — كامل	غير موجود
١٠	ي	—	١٠	غير موجود	كامل	ب — كامل	غير موجود
١١	يا	١١	١١	غير كامل ـ القسم الاخير موجودمع الرسم	كامل	ب — القسم الاخير من النص	3 R
١٢	يب	١٢	١٢	كامل	كامل	غير موجود	3 V, 4 R
١٣	يج	١٣	١٣	النص كامل — بدون رسم	كامل	غير موجود	4R, 4V, 5R, 5V, 6R
١٤	يد	١٤	١٤	جزء من النص ممسوح ، الرسم مكرر	كامل	غير موجود	6 R, 6 V, 7 R
١٥	يه	١٥	١٥	كامل	كامل	غير موجود	7 R, 7 V, 8 R
١٦	يو	١٦	١٦	كامل	كامل	غير موجود	8 R, 8 V, 13 R
١٧	يز	١٧	١٧	كامل	كامل	غير موجود	13 R, 13 V, 14 R

تابع مقارنة مخطوطات كتاب الحيل (٢)

الرقم في هذا الكتاب بالارقام	الرقم في هذا الكتاب بالابجدية	الرقم في ط	الرقم في ف	حالة الاشكال ط	حالة الاشكال ف	حالة الاشكال غ / ب	مواقع الاشكال في ط
١٨	يح	١٨	١٨	غير كامل-ينقص نهاية النص وينقص الرسم	كامل	غير موجود	14 R, 14 V
١٩	يط	١٩	١٩	غير موجود-ماعدا الجمل الاخيرة والرسم موجود	كامل	غ-كامل [ماعدا الكلمات الاولى]	15 R
٢٠	ك	٢٠	٢١	كامل	كامل	غ — كامل	15 R, 15 V
٢١	كا	٢١	٢٢	كامل	كامل	غ — كامل	16 R, 16 V
٢٢	كب	٢٢	٢٣	كامل	كامل	غ — كامل	17 R, 17 V
٢٣	كج	٢٣	٢٤	كامل	كامل	غ — كامل	18 R, 18 V, 19 R
٢٤	كد	٢٤	٢٥	كامل	كامل	غ — كامل	19 R, 19 V, 20 R,
٢٥	كه	٢٥	٢٦	كامل	كامل	غ — كامل	20 R, 20 V, 21 R
٢٦	كو	٢٦	٢٧	كامل	كامل	غ — كامل	21 R, 21 V
٢٧	كز	٢٧	٢٨	كامل	كامل	غ — كامل	22 R
٢٨	كح	٢٩	٢٩	كامل	كامل	غ — كامل	22 V,
٢٩	كط	٢٨	٣٠	كامل	كامل	غ — كامل	23 R
٣٠	ل	٣٠	٣١	كامل	كامل	غ — كامل	23 R, 23 V
٣١	لا	٣١	٣٢	كامل	كامل	غ — كامل	23 V, 24 R
٣٢	لب	٣٢	٣٣	كامل	كامل	غ — كامل	24 V, 25 R
٣٣	لج	٣٣	٣٤	كامل	كامل	غ — كامل	25 R, 25 V, 26 R
٣٤	لد	٣٤	٣٥	كامل	كامل	غ - النص كامل والرسم غير موجود	26 R, 26 V

تابع مقارنة كتاب الحيل لبني موسى (٣)

الرقم في هذا الكتاب بالارقام	الرقم في هذا الكتاب بالأبجدية	الرقم في ط	الرقم في ف	حالة الاشكال ط	حالة الاشكال ف	حالة الاشكال غ / ب	مواقع الاشكال في ط
٣٥	له	٣٥	—	كامل	غيرموجود	غ — كامل	26 V, 27 R
٣٦	لو	٣٦	٣٦	كامل	كامل	غ — كامل	27 R, 27 V, 28 R
٣٧	لز	٣٧	٣٧	كامل	كامل	غ — كامل	28R, 28V, 29R, 29V
٣٨	لح	٣٨	٣٨	كامل	كامل	غ — كامل	29 V, 30 R
٣٩	لط	٣٩	٣٩	كامل	كامل	غ — كامل	30 V, 31 R, 31 V
٤٠	م	٤٠	٤٠	كامل	كامل	غ — كامل	31 V, 32 R,
٤١	ما	٤١	٤١	كامل	كامل	غ — كامل	32 V, 33 R, 33 V
٤٢	مب	٤٢	٤٢	كامل	كامل	غ — غير كامل	{33 V, 34 R, 34 V, 51 R, 51 V}
٤٣	مج	٤٣	٤٣	كامل	كامل	غ — غير كامل	51 V, 52 R
٤٤	مد	٤٤	٤٤	كامل	كامل	غ — كامل	52 V, 53 R, 53V
٤٥	مه	٤٥	٤٥	كامل	كامل	غ — غير كامل	57 R, 57 V
٤٦	مو	٤٦	٤٦	كامل والرسم مكرر	كامل	غ — كامل	58 R, 58 V
٤٧	مز	٤٧	٤٧	كامل	كامل	غ — كامل	59R, 59V, 60R, 60V
٤٨	مح	٤٨	٤٨	كامل	كامل	غ — غير كامل	54 R, 54 V,
٤٩	مط	٤٩	٤٩	كامل	كامل	غ — غير كامل	55R, 55V, 56R, 56V
٥٠	ن	٥٠	٥٠	كامل	كامل	غ — غير كامل	56 V, 35 R, 35 V
٥١	نا	٥١	٥١	كامل	كامل	غ — كامل	36 R, 36 V

تابع مقارنة مخطوطات كتاب الحيل (٤)

الرقم في هذا الكتاب بالارقام	الرقم في هذا الكتاب بالابجدية	الرقم في ط	الرقم في ف	حالة الاشكال: ط	حالة الاشكال: ف	حالة الاشكال: غ / ب	مواقع الاشكال في ط
٥٢	نب	٥٢	٥٢	كامل	كامل	غ — كامل	36 V, 37 R
٥٣	نج	٥٣	٥٣	كامل	كامل	غ — كامل	37 V
٥٤	ند	٥٤	٥٤	كامل	كامل	غ — كامل	38 R, 38 V
٥٥	نه	٥٥	٥٥	كامل	كامل	غ — كامل	39 R, 39 V
٥٦	نو	—	٦٠	غير موجود	كامل	ب / غ — كامل	غير موجود
٥٧	نز	٦٤	٥٧	كامل	كامل	غ — غير كامل	81R, 81V, 82R, 82V
٥٨	نح	٦٥	٥٨	كامل	كامل	غ — كامل	83R, 83V, 84R, 84V
٥٩	نط	٦٦	٥٩	كامل	كامل	غ — غير كامل	85 R, 85 V
٦٠	س	٥٦	٥٦	كامل	كامل	غ — غير كامل	39V, 40R, 40V, 41R
٦١	سا	٥٧	٦١	كامل	كامل	غ — كامل	41R, 41V, 42R, 42V
٦٢	سب	٥٨	٦٢	كامل	كامل	ب / غ — كامل	42V, 43R, 43V, 44R
٦٣	سج	٥٩	٦٣	كامل	كامل	ب — كامل	44 R, 44 V,
٦٤	سد	٦٠	٦٤	كامل	كامل	ب — كامل	76 R, 76 V, 77 R
٦٥	سه	٦١	٦٥	كامل	كامل	ب — كامل	77 R, 77 V, 78 V
٦٦	سو	٦٢	٦٦	كامل	كامل	ب — كامل	78V, 79R, 79V, 80R
٦٧	سز	٦٣	٦٧	كامل	كامل	ب / غ — كامل	80 R, 80 V, 81 R
٦٨	سح	٦٨	٦٨	البداية ناقصة	كامل	ب — كامل	61 R, 61 V

تابع مقارنة مخطوطات كتاب الحيل (٥)

الرقم في هذا الكتاب بالارقام	الرقم في هذا الكتاب بالابجدية	الرقم في ط	الرقم في ف	حالة الاشكال: ط	حالة الاشكال: ف	حالة الاشكال: غ / ب	مواقع الاشكال في ط
٦٩	سط	٦٩	٦٩	كامل	كامل	ب ــ كامل	61V, 62R, 62V, 63R
٧٠	ع	٧١	٧٠	كامل	كامل	ب ــ كامل	{64 V, 65 R, 65 V, 66 R, 66 V}
٧١	عا	—	٧١	غير موجود	كامل	ب ــ كامل	غير موجود
٧٢	عب	٧٣ (؟)	٧٢	البداية ناقصة	كامل	ب ــ كامل	75 R, 75 V, 67 R
٧٣	عج	٧٤	٧٣	كامل	كامل	ب ــ كامل	67R, 67V, 68R, 68V
٧٤	عد	٧٥	٧٤	كامل	كامل	ب ــ كامل	68 V, 69 R, 69 V
٧٥	عه	٧٦	٧٥	كامل	كامل	ب ــ كامل	69 V, 70 R
٧٦	عو	٧٧	٧٦	كامل	كامل	ب ــ كامل	70 R, 70 V, 71 R
٧٧	عز	٧٨	٧٧	كامل	كامل	ب ــ كامل	71 R, 71 V, 72 R
٧٨	عح	٧٩	٧٨	كامل	كامل	ب ــ كامل	72 R, 72 V, 73 R
٧٩	عط	٨٠	٧٩	كامل	كامل	ب ــ كامل	73R, 73V, 74R, 74V
٨٠	ف	٨١	٨٠	غير كامل ـ البداية موجودة بدون رسم	كامل	ب ــ كامل	74 V,
٨١	فا	—	٨١	غير موجود	كامل	ب ــ كامل	غير موجود
٨٢	فب	٨٣(؟)	٨٢	النص غير موجود ، الرسم موجود	كامل	ب ــ كامل	45 R
٨٣	فج	٨٤	٨٣	كامل	كامل	ب ــ كامل	45 R, 45 V
٨٤	فد	٨٥	٨٤	كامل	كامل	ب ــ كامل	45V, 46R, 46V, 47R
٨٥	فه	٨٦	٨٥	كامل	كامل	ب ــ كامل	47 R, 47 V, 48 R

تابع مقارنة مخطوطات كتاب الحيل (٦)

الرقم في هذا الكتاب بالارقام	الرقم في هذا الكتاب بالابجدية	الرقم في ط	الرقم في ف	حالة الاشكال ط	حالة الاشكال ف	حالة الاشكال غ / ب	مواقع الاشكال في ط
٨٦	فو	٨٧	٨٦	كامل	كامل	ب — كامل	48 R, 48 V
٨٧	فز	٨٨	٨٧	كامل	كامل	ب — كامل	49 R, 49 V,
٨٨	فح	٨٩	٨٨	كامل	كامل	ب — كامل	50 R
٨٩	فط	٩٠	٨٩	بداية النص موجوده بدون رسم	كامل	ب — كامل	50 V
٩٠	ص	—	٩٠	غير موجود	كامل	ب — كامل	غير موجود
٩١	صا	—	—	غير موجود	غير موجود	ب — كامل	غير موجود
٩٢	صب	—	—	غير موجود	القسم الاخير من النص موجود مع الرسم	ب — كامل	غير موجود
٩٣	صج	—	—	غير موجود	النص موجود — الرسم غير موجود	ب — كامل	غير موجود
٩٤	صد	—	—	غير موجود	غير موجود	ب — كامل	غير موجود
٩٥	صه	—	—	غير موجود	غير موجود	ب — كامل	غير موجود
٩٦	صو	—	—	غير موجود	غير موجود	ب — كامل	غير موجود
٩٧	صز	—	—	غير موجود	غير موجود	ب — كامل (الرسم ٩٨)	غير موجود
٩٨	صح	—	—	غير موجود	غير موجود	ب — كامل (الرسم ٩٧)	غير موجود
٩٩	صط	—	—	غير موجود	غير موجود	ب — كامل	غير موجود
١٠٠	ق	—	—	غير موجود	غير موجود	ب — كامل	غير موجود

٥ - علم الحيل وأهمية كتاب بني موسى

نجد في مفاتيح العلوم(١) ان الخوارزمي اعتبر علم الحيل واحـداً من العلوم الثمانية وهي الفلسفة والعلم الالهي ، والمنطق ، والطب ، والارثماطيقي ، والهندسة ، وعلم النجوم ، والحيل ، والموسيقى ، والكيمياء .

ونجده بعد ذلك يقسم الحيل الى فرعين : الاول جر الاثقال بالقوة اليسيرة وآلاته ، والثاني حيل الحركات الماء وصنعة الاواني العجيبة وما يتصل بها من صنعة الآلات المتحركة بذاتها .

وكان العلماء العرب قد بحثوا كثيراً في تقسيمات العلوم مما لا يتسع المجال للتوسع فيه . ولكن ما يعنينا هنا هو البحث في موضوع الحيل بالذات . وقد اعتبر بعضهم ان علم الحيل انما هـو فرع من فروع الهندسة(٢) . وفي صبح الاعشى(٣) نجد ان تقسيمات علم الهندسة أصبحت مماثلة لتقسيمات فروع مهنة الهندسة (Engineering) بمفهومها الحـديث تقريباً اي انها لم تعد تعني في ذلك العهد الهندسة الرياضية (Geometry) الا بصورة ثانوية .

وعلى اي حال وبغض النظر عن تقسيمات العلوم وتباينها من عصر الى عصر فان علم الحيل يدخل في نطاق الهندسة الميكانيكية وهو علم يبحث في الالات الميكانيكية والتجهيزات الهيدروليكية .

ونجد ان بعض علماء العرب والمسلمين اطلقوا على « حيل حركات الماء وصنعة الاواني العجيبة » اسم الالات الروحانية(٤) في حين ان بعضهم اعتبر ان الالات الروحانية مرادفة للحيل بشكل عام(٥) . اما بنو موسى والجزري فمع أن آلاتهم هي من النوع الثاني من انواع الحيل (أي التي تعتمد على حركات الماء) الا أنهم اطلقوا على كتبهم اسم الحيل . ومن هنا يمكننا القول بان اسم الحيل هو الاسم الشامل في حين أن اسم الالات الروحانية

(١) الخوارزمي مفاتيح العلوم ص ١٤١ .
(٢) طاشكبرى زاده مفتاح السعادة ٣٧١ .
(٣) صبح الاعشى ج ١ ص ٤٧٦ .
(٤) صبح الاعشى ج ١ ص ٤٧٦ . مفتاح السعادة ص ٣٧٩ .
(٥) تقي الدين .

يستخدم اما كمرادف لاسم الحيل أو للدلالة على آلات النوع الثاني الذي يبحث في آلات حركات الماء .

والى عهد قريب اشتهر كتابان فقط في علم الحيل عند العرب احدهما كتاب الحيل لبني موسى والثاني كتاب الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل لبديع الزمان ابن الرزاز الجزري(٦) ثم اضيف اليهما كتاب ثالث هو كتاب الطرق السنية في الالات الروحانية لتقي الدين بن معروف الراصد الدمشقي(٧) وبذلك اصبحت هذه الكتب الثلاثة التي تعود الى عهود متباعدة : كتاب بني موسى في القرن الثالث الهجري (التاسع الميلادي) ، وكتاب الجزري في القرن السادس الهجري (الثاني عشر الميلادي) ، وكتاب تقي الدين في القرن العاشر الهجري (السادس عشر الميلادي) تشكل الحلقات الرئيسية في سلسلة من التقاليد الهندسية الميكانيكية العربية وهي تلقى ضوءاً على انجازات الحضارة العربية الاسلامية في هذا المجال . ولسوف تكتمل حلقات هذه السلسلة باكتشاف ونشر كتب ومخطوطات جديدة في هذا العلم(٨) .

تبدأ اذن التقاليد العربية المدونة في علم الحيل بكتاب بني موسى . ومن الطبيعي انه كانت تتوفر لدى أحمد بن موسى بن شاكر الذي ينسب اليه الكتاب بعض كتب الاولين مما كان مكتوباً باللغة اليونانية مما خلفه علماء مدرسة الاسكندرية في عهد الامبراطورية الرومانية . ولكن تأليف مثل كتاب الحيل لبني موسى بما يشتمل عليه من ابداع في تصميم الوسائل الميكانيكية — الهيدروليكية لم يكن ليتم بمجرد الاطلاع على الكتب اليونانية . اذ لا بد من توفر المناخ السياسي والاجتماعي والثقافي والمهارة الدقيقة في الصناعات والفنون حتى يتمكن مهندس مثل أحمد بن موسى من ان يخترع وأن يصمم بهذا الشكل . ومن المعلوم كذلك ان الالات المائية ازدهرت في سورية طيلة القرون السابقة للاسلام وكانت هناك تقاليد عريقة ومهارات صناعية وحرفية متوارثة في هذه البلاد سرعان ما اصبحت جزءاً من الحضارة العربية الاسلامية . ومن هنا فان المصادر التي مكنت بني موسى من تصميم هذه الادوات والتجهيزات كانت عديدة وكانت المصادر المكتوبة باليونانية واحداً من هذه المصادر .

---

(٦) الجزري .

(٧) تقي الدين .

(٨) نشر هيل في مجلة تاريخ العلوم العربية مقالا عن كتاب اندلسي للمرادي يعود الى القرن الخامس الهجري (الحادي عشر الميلادي) (انظر (4) Hill) .

ولا نستطيع ان نحدد باي قدر من التأكيد ما هي الكتب اليونانية التي عرفها بنو موسى . الا انه يمكننا القول بانهم اطلعوا على كتاب الميكانيك لايرن (الذي ربما عاش في القرن الاول للميلاد في الاسكندرية) والذي ترجمه قسطا بن لوقا زمن بني موسى(٩) . وربما كانت اعمال ايرن الاخرى معروفة عندهم اذ انه كان يتمتع بسمعة كبيرة بين العلماء العرب في القرن العاشر الميلادي . اما الكتاب المنسوب الى فيلون البيزنطي (الذي عاش في القرن الثالث قبل الميلاد) في الات حركات الماء والهواء فهو موجود في مخطوطة يعود تاريخها على ما يبدو الى القرن الرابع عشر الميلادي(١٠) وهي تحتوي على اضافات بيزنطية متأخرة وعلى اضافات عربية اسلامية . وربما كانت الفصول التي كتبها فيلون معروفة باللغة العربية منذ عهد اقدم من تاريخ هذه المخطوطة .

والحقيقة اننا نواجه صعوبة كبيرة عند دراسة الكتب العربية المنسوبة الى فيلون وارشميدس وغيرهما . اذ ان قسماً هاماً من محتويات هذه الكتب انما هو من وضع العلماء العرب والمسلمين ولكنهم نسبوه الى المؤلفين القدامى . ونجد في كتب التراث العلمي العربي امثلة عديدة لجأ فيها المؤلفون العرب الى نسبة كتبهم الى مؤلفين مزعومين لاكساب تلك الكتب منزلة خاصة(١١) .

وبالنسبة لكتاب الحيل لبني موسى فاننا نواجه صعوبة في تمييز الالات التي ابتكرها بنو موسى لاول مرة عن تلك التي كانت معروفة من قبل . ولقد حاول هيل ان يميز من بين الاشكال المائة التي وردت في كتاب الحيل ، تلك التي تشبه ما ورد في كتابي ايرن (Hero) وفيلون (Philo) فأحصى خمسة وعشرين شكلاً من هذا النوع(١٢) . وتوجد أيضاً بعض اجزاء من آلات بني موسى تشبه اجزاء من الات وردت في كتب ايرن وفيلون، ولكن هناك ايضا الات لم يرد لها اي شبيه لدى كل من ايرن وفيلون مثل الفوارات (النوافير) والالة التي تلتقط الاجسام من قاع الانهار والبحار وغيرها .

---

(٩) نشر كتاب الميكانيك لايرن (أو هيرون) وترجم الى اللغات الاجنبية (انظر مثلا سارتون ج ١ ص ٢٠٩ ، كذلك دراخمان ص ١٢) .

(١٠) هي المخطوطة ايا صوفيا ٣٧١٣ (وتوجد نسخة في اكسفورد) وقد نشر كارادي فو النص العربي اعتماداً على نسختي استانبول واكسفورد مع ترجمة بالفرنسية (انظر كارا دي فو ، كذلك سارتون ج ١ ص ١٩٥) .

(١١) انظر سزكين – محاضرة القيت في الندوة العالمية الثانية لتاريخ العلوم عند العرب نيسان (ابريل) ١٩٧٩ .

(١٢) هي الاشكال : ١ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٥ ، ١٨ ، ٢١ ، ٢٤ ، ٢٩ ، ٣٠ ، ٣٤ ، ٧٥ حتى ٨٧ ، ٩٥ ، ٩٦ (انظر هيل – ٢ ص ٢١) .

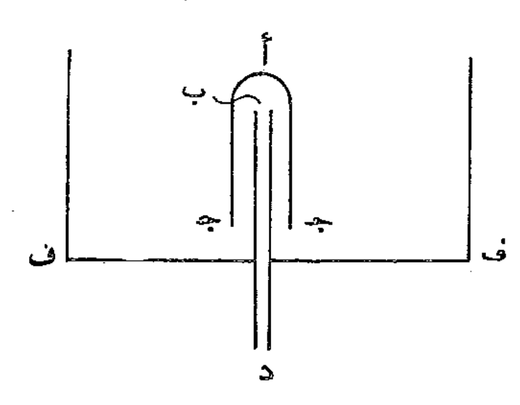
استخدم بنو موسى في تصميم اجهزتهم مبادىء علم سكون السوائل والمــوائع بالدرجة الاولى ولا نجد في المؤلفات العربية الاسلامية اللاحقة ما يشبه كتاب الحيل لبني موسى . فالات الجزري والات تقي الدين تختلف عن اجهزة بني موسى . ففي حين ان الاوعية والاجهزة التي صممها بنو موسى اكثر تعقيداً وهي تعتمد على مبادىء توازن السوائل بالدرجة الاولى الا ان اجهزة الجزري وتقي الدين عبارة عن الات ميكانيكية او ميكانيكية هيدروليكية وهي تعتمــد على مبادىء الحركات الميكانيكية للالات بالاضافة الى مبادىء توازن السوائل . ولا نجــد بعد بني موسى اعمالاً مماثلة لما وصفوه في كتاب الحيل لانهم استنفذوا معظم ما يمكن ان يسفر عنه العقل من ابتكارات وتصاميم باستخدام المبادىء العلمية التي اشرنا اليها . لقد تجاوز بنو موسى النقطة التي وصل اليها ايرن وفيلون بمراحل كثيرة . ويكفي ان نعلم بان بني موسى انفردوا عمن سبقهم ممن كتبوا باليونانية وتميزوا عمن تلاهم من العلماء العرب والمسلمين بتصاميمهم المتعلقة بالتحكم الآلي . وان استخدامهم للصمامات التي تعمل تلقائياً وللانظمة التي تعمل بعد زمن معين وغير ذلك من مبادىء وافكار التحكم الآلي تدل على عبقرية وذهن متوقد مبدع . وكان استخدامهم للصمامات المخروطية ولاعمدة المرافق التي تعمــل بصورة آلية ذا اهمية كبيرة في تاريخ التكنولوجيا بشكل عام . ويقول هيل انهم استخدموا في نموذجين (الشكلين ٨٠ و ٨٥) نظاماً شبيهاً بآلية عمود المرافق الحديث وسبقوا بذلك اول وصف لعمود المرافق في اوربا بخمسمائة عام .

ان تأثير بني موسى على التكنولوجيا الغربية الحديثة لا يمكن قياسه وتقديره بصورة مباشرة ، ولكن التقاليد الاسلامية التكنولوجية للمهندسين العرب المسلمين المتمثلة ببني موسى والجزري والمرادي وتقي الدين الى جانب قائمة اخرى من الاعلام المهندسين الآخرين مثل ثابت بن قرة والخازني ورضوان وغيرهم قدمت بمجموعها للغرب تكنولوجيا ميكانيكية متطورة نسبياً . وجاء عصر النهضة الاوروبية ومن بعده عصر الثورة العلمية ثم عصر الثورة الصناعية واخذ الغرب ما قدمته وما طورته الحضارة العربية الاسلامية طيلة سبعة قرون (حتى نهاية القرن السادس عشر الميلادي) . ولم تبدأ الثورة التكنولوجية في الغرب من الصفر ولكنها اخذت نتاج الحضارة العربية الاسلامية وانطلقت به كاساس للتقدم الذي قاده العالم الغربي منذ بداية القرن السابع عشر .

٦ - المبادئ او الوسائل الرئيسية المستخدمة في تصميم تجهيزات كتاب الحيل (١)

نورد فيما يلي المبادىء او الوسائل الرئيسية التي استخدمت بصورة متكررة في تصميم الات وتجهيزات كتاب الحيل لبني موسى . وكثيراً ما يستخدم اكثر من مبدأ في الجهاز الواحد . والهدف من شرح هذه المبادىء او الاسس هو تجنب اعادة الشرح عند تحقيق النص وتسهيل فهم الاجهزة والتصاميم الواردة في الكتاب .

المبدأ — ١ — كاس العدل : وهو سيفون متمركز . هناك (آ — جـ جـ) و(ب د) والانبوب (آ — جـ جـ) يغلف الانبوب (ب د) ويرتبط به بوسيلة ما (مثلا باشرطه نحاسية ملحومة بكل من الانبوبين) . ينفذ الانبوب ب د في ارض الوعاء (ف) ، والاتصال محكم ضد دخـــول الهواء او تسرب الماء . وعندما نصب السائل الى الوعاء فانه يرتفـــع فيه حتى يصل الى مستوى النقطة (ب) فاذا زدنا الصب بعد ذلك وخرجت من الانبوب ب د ولو مجرد نقطة فان الضغط في الحيز آ ب يهبط الى الحد الذي يكفي لتدفق الماء بصورة مستمرة خلال الانبوب (ب د) ويتفرغ الإناء حتى يصـــل السائل الى مستوى (جـ جـ) . وهذا السيفون يشبه كثيراً في عمله السيفون المستخدم في بيوت الخلاء غير أن السيفونات



الاخيرة هذه تستخدم مبدأ الفراغ الجزئي الذي ينجم عن الرفع المفاجىء للغطاء (او الجرس) الذي يغطي انبوب التصريف . وقد أجرى هيل تجربة لهذا التصميم (تصميم كاس العدل او

(١) رتب هذه الوسائل وجمعها الدكتور دونالد هيل في كتاب الحيل لبني موسى المنشور باللغة الانكليزية . وقد تمت الترجمة (مع شيء من التصرف) بموافقة من د. هيل ومن ناشر النص الانكليزي شركة رايدل للنشر في هولندة .

السيفون المتمركز (واستخدم انبوبين من البلاستيك القطر الداخلي لاحدهما (٩) ملمترات وقطر الثاني (٣٠) ملمتراً . وقد عمل هذا السيفون بصورة فورية وبتصريف سريع . ولم يؤثر تغيير المسافة (آ بَ) على النتيجة . وعندما استبدل الانبوب الداخلي بآخر قطره الداخلي (٣) ملمترات استمر التصريف على نفس النمط كالسابق . ولكن في هذه الحالة ادى الشد السطحي الى تكوين غشاء في الانبوب الضيق وادى هذا بدوره الى ابقاء الضغط داخل الغطاء (جَ جَ — آ) اقل قليلاً من الضغط الجوي ولهذا السبب بقي في الغطاء عمود من السائل يكاد يصل الى النقطة (بَ) .

ويعرف كاس العدل في المراجع العربية كما يلي :

« هو اناء اذ امتلأ منها قدر معين يستقر فيها الشراب وان زيد عليها ولو شيء يسير ينصب الماء ويتفرغ الاناء عنه بحيث لا يبقى قطرة »(٢) .

ويعرف مفاتيح العلوم(٣) كاس العدل كما يلي « السحارة المخنوقة التي تعمل في جام العدل . وجام العدل اناء يعمل ويركب فيه انبوبة فوق انبوبة وتكون العليا مثقوبة واسفل الاناء مثقوب فان كان ما فيه من الشراب فيما دون راس الانبوبة السفلى ثبت فيه واذا علاه انصب الشراب من الثقب الذي في اسفل الاناء ولم يبقى منه الا مقدار ما يبقى من الانبوبتين » .

المبدأ — ٢ — السيفون المتمركز المزدوج :

استخدم بنو موسى هذه الوسيلة من أجل منع عودة خروج السائل من وعاء الى وعاء اذا توقف صب السائل في الوعاء الاول .

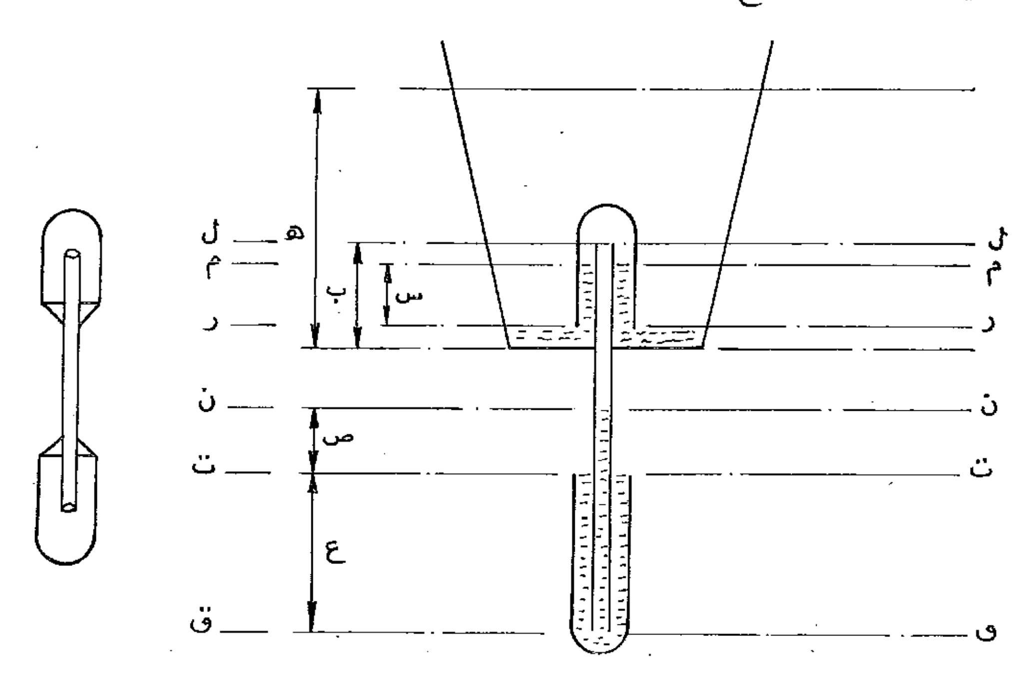
ويعتمد عمل هذه الوسيلة على قياسات مختلف الاجزاء وعلاقة هذه الاجزاء ببعضها وبما ان اسباب اداء هذه الوسيلة لوظيفتها بنجاح تبدو غير واضحة من اول وهلة فاننا نورد تحليلاً لاساوب العمل . وهذا التحليل يعتمد على التجربة وعلى الاستنتاج(٤) . وفي التجارب التي اجريت استخدم هيل وزملاؤه جهازين مترادفين بقياسات مختلفة . وفي الجهاز الاول كانت المسافة بَ حوالي ٣٨ ملمتراً (١,٥٠ انشاً) والمسافة عَ حوالي ٨٩ ملمتراً (٣,٥٠

(٢) مفتاح السعادة ص ٣٧٩ .

(٣) الخوارزمي — مفاتيح العلوم ص ١٤٤ .

(٤) قام هيل بهذا التحليل بالتعاون مع كل من كنج (W. K. King) وهولف (Will Holve) .

انشاً) وكان قطر كل من الغطائين حوالي ٢٥ ملمتراً (١ انش) وكان قطر الانبوب حوالي ٣ ملمترات ($\frac{1}{8}$ انش) . اما في الجهاز الثاني فكانت المسافات الرئيسية كما هي في الجهاز الاول دون تغيير ولكن قطر كل من الغلافين كان حوالي ٥٠ ملمتراً (٢ انش) وكان قطر الانبوب حوالي ١٢,٥٠ ملمتراً ($\frac{1}{2}$ انش) . وكان النظـــام معرضاً في الحالتين للضغط الجوي وكانت سائر القطع شفافة .



آ ــ التعبئة الاولى

افرض انه لا يوجد سائل في النظام . وسوف نطلق على القطع الرئيسية اسماء : الغلاف العلوي ، والانبوب ، وعلى الوعاء اسم الحوض .

افرض ان الضغط في الغلاف العلوي في وقت معين يساوي (ض) .

عندما يبدأ الصب يرتفع السائل الى مستوى الخط ل ل ويبدأ بالخروج من خلال الانبوب ويفيض من الغلاف الاسفل ، وفي هذه الظروف يكون مستوى السائل في الغلاف العلوي اعلى قليلاً من مستوى الخط ل ل . وما دام الصب مستمراً فان جريان السائل يكون مستمراً .

ب — التوقف عن الصب :

اذا توقف الصب يستمر جريان السائل وخروجـه حتى يصل مستوى السائل في الحوض الى الخط رر ويهبط مستوى السائل في الانبوب . وعندما يصل مستوى السائل الى الخط رر يكون الضغط في الحيز العلوي (في الغلاف العلوي) اقل من الضغط الجوي بمقدار قليل . ويكون الضغط عند رر و تت مساويا للضغط الجوي وعندما يحدث توازن في السوائل يكون علو السائل في الغلاف العلوي ومقداره ($\overline{س}$) وفي الانبوب ومقداره ($\overline{ص}$) متساويين .

وبما أن $\overline{س} = \overline{ص}$ فان الضغط ض = الضغط الجوي — $\overline{س}$ = الضغط الجوي — $\overline{ص}$.

جـ — متابعة الصب :

افرض ان حجم الهواء المتبقى في الغـلاف العلوي يساوي او يزيـد عن حجم الانبوب .

عند متابعة الصب يرتفع منسوب الماء في الحوض ويهبط مستوى الماء في الانبوب من مستوى الخط نن الى ان يصل الى المستوى قق . ويصبح الضغط في هـذه اللحظة ثابتاً عند المقدار $\overline{ض}$ = الضغط الجوي + $\overline{ع}$ لان الهواء الزائد يكون قد خرج من مستوى الخط قق من الغـلاف الاسفل الى الجو . ويبدا السائل بالانسياب ثانية عندما يزيد علو الماء في الحوض ($\overline{هـ}$) عن الضغط ($\overline{ض}$) . في التجربة الثانية يمتلىء الانبوب ثم يبدأ السائل بالانسياب ، ويتناسب معدل الجريان مع العلو الساكن أي ان : (الانسياب او التدفق) = ثابت × $\overline{هـ}$ — الاحتكاك الشعري . وفي التجربة الاولى نجد ان السائل يسيل اولاً ببطء الى اسفل الانبوب بسبب الشد السطحي ولا يعود التدفق الى حده الكامل الا عندما يزيد الضغط الساكن وعند ذلك نجد ان :

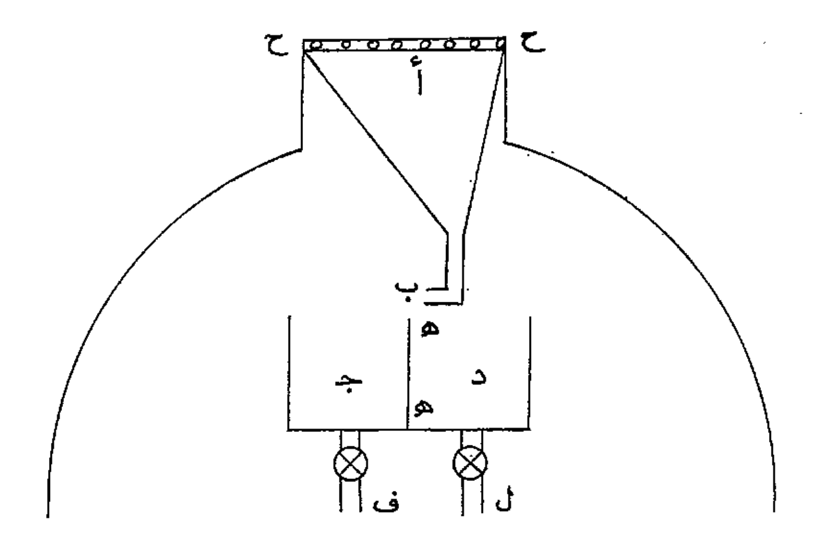
$$\text{التدفق} = \text{ثابت} \times \overline{هـ}$$

ومن الواضح ان عودة التدفق لا تتم الا اذا كان الوعاء عميقاً الى الدرجة التي تسمح بالوصول الى الضغط الساكن المطلوب . كما ان اي تغيير في القياسات الاساسية يؤثر على توازن الضغوط وعلى مقدار العلو الساكن اللازم لعودة التدفق وهذه القياسات الاساسية هي العلو $\overline{ع}$ والعلو $\overline{ب}$ وقطر الغـلاف العلوي (ملاحظة : الرسم يبين الحالة عند انتهاء التعبئة الاولى) .

واذا كان الحوض محكماً ومنيعاً ضد دخول الهواء باستثناء انبوب ضيق للصب من اعلى فمن المستحيل اذن معاودة التعبئة لان ضغط عمود السائل غير كاف لكي يضغط الهواء في الحوض ويفيض الماء الذي نحاول صبه من انبوب التعبئة الى خارج هذا الانبوب . وكذلك اذا كان الوعاء السفلي الذي يصب اليه القسم الاسفل من السيفون مزوداً بفوهة صغيرة لخروج السائل وبثقب صغير للهواء فاننا نستطيع ايقاف خروج السائل اذا اقفلنا ثقب الهواء شريطة عدم امالة الوعاء بحيث يتفرغ السائل من الغلاف السفلي ومن الانبوب .

هذه الوسيلة البسيطة في ظاهرها تبين الى اي مدى اتقن بنو موسى فن استخدام مبادىء توازن السوائل أو الموائع كالماء والهواء استناداً الى الخبرة والملاحظة . والتجارب التي اشرنا اليها (التي اجراها هيل وزملاؤه) اثبتت ان هذه الوسيلة تعمل بنجاح تحت ظروف الضغط الجوي ويمكننا ان نستنتج بكل ثقة انها تعمل بنجاح ايضاً عندما يوضع الجهاز ضمن اوعية مغلقة . ولا بد أن بني موسى راقبوا عمل مثل هذه الوسيلة واستنتجوا اسلوب عملها تحت الظروف المتغيرة . ومثل هـــذه الوسيلة لم تكن معروفة قبل بني موسى وان اختلافها عن السيفون المتمركز المنفرد انما هو ابداع وخطوة هامة ذات شأن . ولا نعلم عن ورود مثل هذه الوسيلة في الاعمال اللاحقة . وان نوع التفكير الذي ابتكر مثل هذه الوسيلة هو من نوع التفكير الذي يتم بموجبه تصميم اجهزة القياس الحديثة التي تعتمد على مبادىء توازن السوائل .

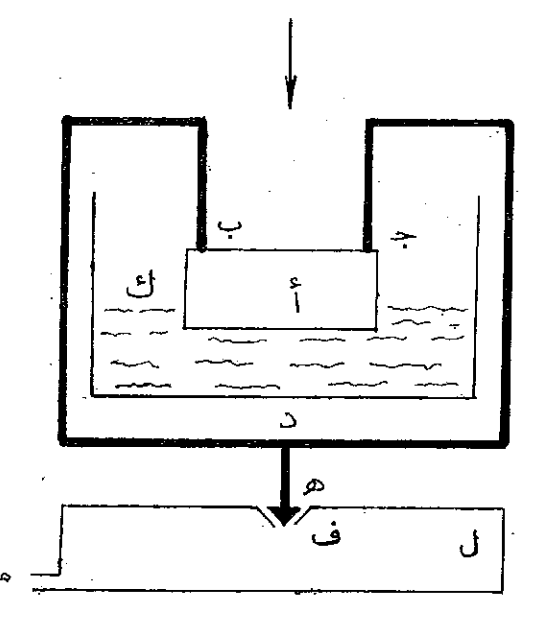
المبدأ — ٣ — : تسمح هذه الوسيلة او المبدأ بصب سائلين مختلفين (الماء والشراب) في نفس الاناء دون ان يمتزجا . نغطي رقبة الاناء بصفيحة تشبه المنخل او الغربال حَ حَ . ونلحم تحتها قمعاً اَ بَ ونعطف طرف القمع بَ بالاتجاه الافقي . ونضع تحت القمع اَ بَ الحوضين جَ دَ اللذين يشتركان بجدار واحد هَ هَ . والحوضان مفتوحان من الاعلى . ويبين الرسم ان لكل من الحوضين انبوباً لخروج السائل عليه صمام وذلك لمجرد الدلالة على ان كلاً من الخزانين يصرف السائل الى موضع آخر في الجهاز . ولو فرضنا اننا صببنا الشراب بقوة وغزارة فانه يجري الى الحوض جَ . ولو صببنا بعد ذلك الماء برفق وبطء زائد (وكانه يسيل نقطة نقطة) فانه يجري الى الحوض دَ . ولتحقيق هذا الهدف يجب ان يكون طرف القمع بَ واقعاً الى يمين الجدار الفاصل بمسافة قصيرة . وذلك يخفف من اختلاط السائلين . ذلك انه سوف تسقط كمية ضئيلة من الشراب الذي نصبه بقوة وغزارة الى الحوض الايمن ولذلك يجب ان نتحكم في موقع نهاية القمع فوق الخزان دَ للاقلال من هذه الكمية . ومن



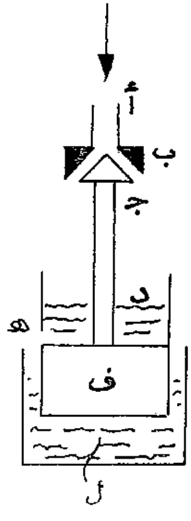
الممكن ان نفترض ان صب السائل الثاني برفق زائد يؤدي الى التصاق السائل باسفل انبوب القمع من الخارج بفعل الشد السطحي الى مسافة قصيرة قبل ان يبدأ السائل بالسقوط الى الحوض . وعندما نستخدم ثلاثة احواض نصب السائل الاول بقوة وغزارة ثم نصب السائل الثاني بصورة معتدلة ثم نصب السائل الثالث برفق وبطء ويكون احتمال الامتزاج بين السوائل اكبر مما هو الامر في حالة الحوضين فقط .

المبدأ — ٤ — : تبين هذه الوسيلة او المبدأ طريقة فتح صمام واقع تحت الحوض الذي يستقبل السائل . نركب العوامة (الدبة) آ داخل الحوض كَ الذي نصب فيه السائل . ونلحم القضيبين بَ دَ جَ دَ فوق السطح العلوي للدبّة ثم نثني كلاً من القضيبين الى خارج الحوض كَ كما هو مبين حيث يتصلان عند النقطة دَ . ثم نلحم قضيباً قصيراً يصل النقطة دَ بالذكر هَ (ذكر الصمام او الباب المطحون) . وعندما ترتفع الدبّة او العوامة يرتفع معها ذكر الصمام هَ عن المقعد فَ . وفي المثال المبين في الرسم فان انفتاح الحوض المغلق لَ يؤدي الى انسياب السائل من المخرج الضيق عند مَ . (انظر الرسم في أعلى الصفحة التالية).

المبدأ — ٥ — : تقوم هذه الوسيلة او المبدأ بتأدية نفس الغرض الذي تؤديه الوسيلة رقم (٢) . نصب السائل عند آ ويجري السائل من خلال الصمام (الباب المطحون) بَ الى الحوض الصغير دَ . ومن هذا الحوض الصغير يفيض السائل الى الحوض الكبير لَ والحوض دَ ملحوم فوق الدبّة (العوامة) فَ . وفوق سطح الدبة نلحم قضيباً يحمل في نهايته العليا

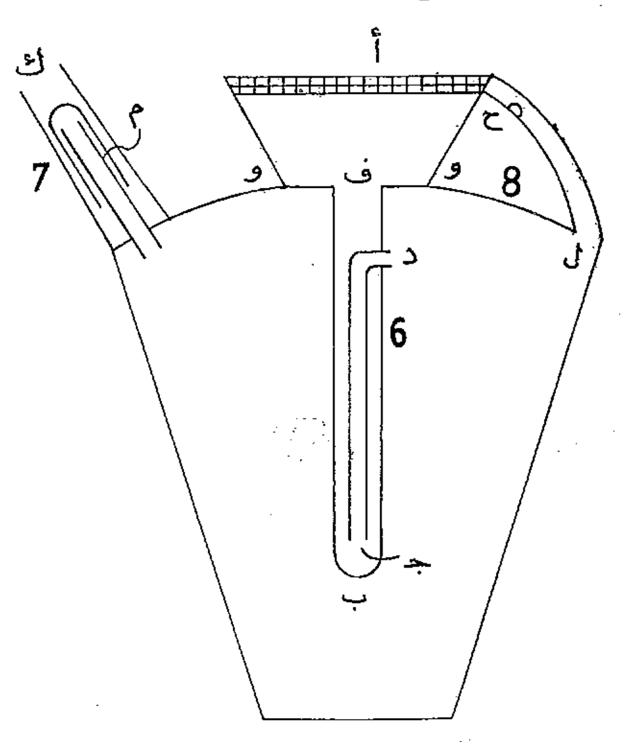


ذكر الباب المطحون جَ ويمر القضيب خلال الحوض دَ . وللحوض دَ ثقب صغير هَ في في اسفل احد جوانبه . وما دام الحوض دَ مملؤاً فان ثقله يمنع الدبة فَ من الصعود . ولكن عندما يتوقف صب السائل فان الحوض دَ يفرغ محتوياته من خلال الثقب هَ وعند ذلك تصعد الدبة ويؤدي صعودها الى اغلاق الباب المطحون ويتعذر بعد ذلك صب السائل .
ونجد عند دراسة كتاب الحيل ان هذه الوسيلة تستخدم عادة الى جانب الوسيلة رقم (٤) بحيث انه عندما تصعد الدبة فانها تسبب ايضاً تشغيل صمام (باب مطحون) واقع تحت الحوض لَ .



المبادىء ٦ ، ٧ ، ٨ : يبين الرسم مجموعة هذه المبادىء مجتمعة .

المبدأ — ٦ — : نجد في هذه الوسيلة أن الوعاء مزود بغطاء مُغَربل(اي له ثقوب كثقوب الغربال) آ ، ونقفل رقبة الوعاء من اسفلها بالصفيحة وَ وَ ونتزل من الصفيحة الى الاسفل انبوباً واسعاً **ف بَ** . وجميع الوصلات محكمة ضد دخول الهواء . ثم نركب انبوباً ضيقاً **جـ دَ** يرتفع رأسياً داخل الانبوب الواسع **ف بَ** ويخرج طرفه العلوي المنحني من جـدار الانبوب **ف بَ** والاتصال بين الانبوبين محكم ضد دخول الهواء . وعندما نصب السائل عند آ فانه يسيل عبر آ فَ جَ دَ ويخرج الى الوعاء . وبما ان الطرف جَ للانبوب **جـ دَ** يصبح مغموراً بالماء فان هذا الانبوب يصبح مقفلاً ضد دخول الهواء من فوهة الوعاء الى الحوض .

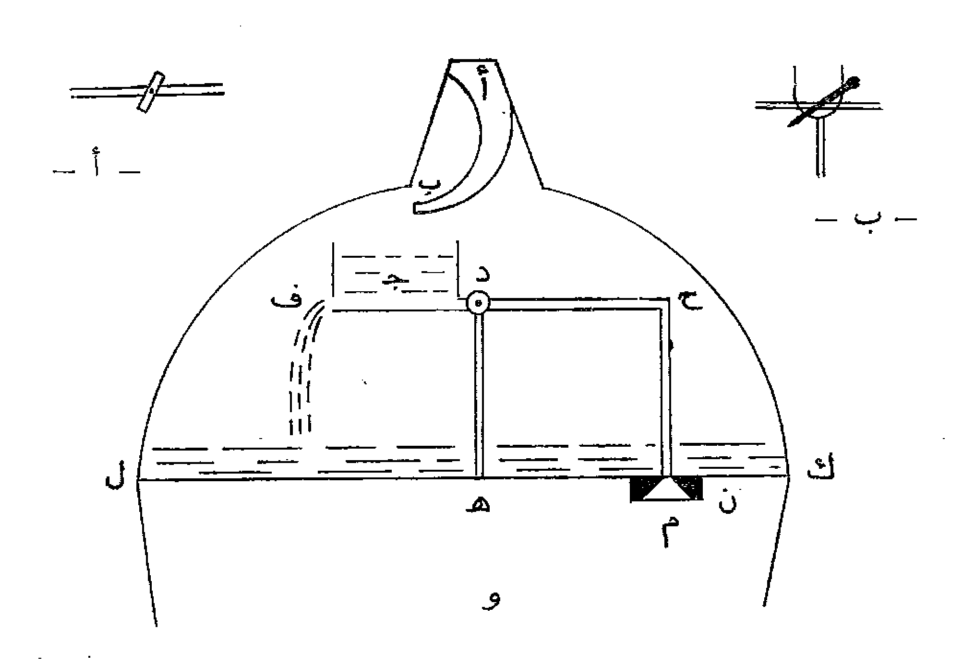


المبدأ — ٧ — نزود الوعاء ببلبلة (فوهة) كَ ونركب في جذر البلبلة كأس العدل (السيفون المتمركز) مَ ويخترق الانبوب الضيق من هذا السيفون جدار الوعاء . والهدف من هذه الوسيلة هو منع دخول الهواء الى الوعاء عندما ينصب السائل الى خارج الوعاء .

المبدأ — ٨ — : نزود الوعاء بيد مجوفة تكون مفتوحة من جهة الوعاء عند النقطة لَ . ونزود اليد المجوفة بثقب صغير مخفي عند النقطة حَ . فاذا وضع الساقي اصبعه فوق هذا

الثقب حَ دون ان يحس به أحد واقفله بالاصبع وامال الابريق لكي يتظاهر بالصب فانه لا يخرج منه شيء لانه لا سبيل لدخول الهواء الى الوعاء (الحقيقة انه سوف تقطر نقطة من الشراب كافية لكي ينخفض ضغط الهواء داخل الوعاء الى اقل من الضغط الجوي بقليل) .

المبدأ — ٩ — : نقسم الوعاء بصفيحة افقية كَ لَ . ونثبت على هذه الصفيحة المقعد نَ لصمام مخروطي (باب مطحون) . ونلحم ذكر الصمام مَ بطرف القضيب محدج . ويدور القسم الافقي من هذا القضيب حول المحور دَ الذي يرتكز على العمود الرأسي ده . ونلحم الطرف الاسفل من العمود ده بالصفيحة كل . ونثبت على الطرف الايسر من القضيب حوضاً صغيراً جَ ونزود هذا الحوض بثقب صغير في اسفله فَ . ونصمم عملية الميزان بحيث ان الطرف الايمن يكون أثقل من الطرف الايسر عندما يكون الحوض فارغاً ويكون الصمام مَ — نَ مفتوحاً . ونعبيء الحوض بواسطة القمع المنعطف ابَ ، ويفيض السائل من الحوض ويتجمع في القسم العلوي من الوعاء . وعندما يتوقف الصب يتفرغ الحوض جَ عبر الثقب فَ ويخف الحوض ويثقل الطرف الايسر من القضيب فينفتح الصمام مَ — نَ ويجري السائل الى القسم الاسفل وَ من الوعاء . (والرسم أ يبين طريقة تمثيل المحور في مخطوطة الفاتيكان والرسم ب يبين طريقة تمثيله في مخطوطة طوبقابي) .



المبدأ — ١٠ — : الباب المطحون : وهو صمام مخروطي الشكل وهو ممثل في رسوم المبادىء ٤ ، ٥ ، ٩ . وقد ورد الباب المطحون كثيراً في كتاب الحيل . وبنو موسى هم اول من استخدم هذا النوع من الصمامات على نطاق واسع وكقطعة عادية من قطع الالات وفي استخدامات متنوعة . ولم تستخدم الكتب الميكانيكية الموضوعة باليونانية هـذه القطعة كوسيلة للتحكم باستثناء الرسالة المنسوبة الى ارشميدس(١) حول ساعة مائية والتي لا توجد الا باللغة العربية . اما القسم الاول من هذه الرسالة التي تشتمل على وصف نظام للتحكم بالتغذية الاسترجاعية (Feed-back control) والذي يشتمل على صمام مخروطي فقد يكون حسب رأي هيل من اصل يوناني ، اما القسم الثاني من رسالة ارشميدس فيبدو انه اضيف من قبل مؤلف اسلامي . وفي مفاتيح العلوم الذي وضعه ابو عبد الله الخوارزمي في القرن الرابع الهجري / العاشر الميلادي نجد الوصف التالي لهذا الصمام الهام(٢) :

« المهندم لفظة فارسية مشتقة من هندام بالفارسية وهو أن يلتصق الشيء بآخر فلا يمكن تحريكه من غير ان يلصق او يلحم بلحام : المطحون شبيه بالمهندم الا انه اسلس بحيث يمكن تحريكه : وباب مطحون ان يكون فيه ذكر وانثى يدخل الذكر في الانثى وينطبق وينفتح فاذا انطبق كان مهندماً لافرجة فيه واكثر ما يكون صنوبري الشكل . ويقال انطحن الشيء في الشيء اذا كان يتحرك فيه من غير فرجة بينهما » .

ونعلم من كتاب الجزري ان هذه الوسائل كانت تصنع من البرونز المصبوب وان الذكر كان يطحن في مقعده بالسنباذج . وعندما يقول الخوارزمي « واكثر ما يكون صنوبري الشكل » فان ذلك قد يعني بانه كانت هناك اشكال اخرى ، وبالفعل نجد في الرسالة المنسوبة الى ارشميدس عن الساعة المائية ان للباب المطحون شكلاً منحنياً . ولكن لا شك ان معظم هذه الصمامات كانت مخروطية لتسهيل عملية خراطة المعدن . اما في العصر الراهن فان شكل السداد او الذكر يكون متناسباً مـع الخصائص المطلوبة لمنحنى هبوط الضغط . وقد يكون الشكل مخروطياً او على شكل منحنى ناقص او اي شكل منحن .

لقد ظهرت الصمامات المخروطية في الغرب لاول مرة في اعمال ليوناردو داڤينشي وبدأ استخدامها في الكتب الهندسية الاوروبية في كتاب اوغستينو راميللي عن الالات في عام ١٥٨٨ م اي بعد استخدام بني موسى لهذه الصمامات بحوالي ثمانية قرون .

---

(١) انظر هيل (٢) ص ٢١ (Hill p. 21)

(٢) مفاتيح العلوم ص ١٤٥ .

المراجع العربية

(Arabic Bibliography)

١ — **ابن أبي أصيبعة ، موفق الدين أبي العباس أحمد بن بلقاسم الخزرجي .**
عيون الانباء في طبقات الاطباء .
بيروت — دار مكتبة الحياة — ١٩٦٥ م :

٢ — **ابن خرداذبة ، عبيد الله بن عبد الله ابي القاسم .**
المسالك والممالك
نشره دي غويه ١٨٨٩ م .
صورته مكتبة المثنى — بغداد .

٣ — **ابن خلدون ، عبد الرحمن بن محمد بن محمد ابو زيد ولي الدين الحضرمي الاشبيلي .**
المقدمة .
بيروت — دار الكشاف .

٤ — **ابن خلكان ، احمد بن محمد .**
وفيات الاعيان وانباء ابناء الزمان .
القاهرة — المطبعة الميمنية — ١٣١٠ ﻫ .

٥ — **ابن العبري ، ابو الفرج غريغوريوس بن هارون بن توما الملطي .**
تاريخ مختصر الدول .
بيروت — المطبعة الكاثوليكية — ١٩٥٨ م .

٦ — **ابن النديم ، محمد بن اسحق ابو الفرج .**
الفهرست .
القاهرة — المكتبة التجارية الكبرى .

٧ — ابو الفداء ، عماد الدين اسماعيل .
المختصر في اخبار البشر .
نسخة مصورة عن طبعة القاهرة — المطبعة الحسينية ١٣٢٥ هـ .

٨ — البيروني ، ابو الريحان محمد بن احمد .
الآثار الباقية عن القرون الخالية .
هاراسوفتش ليبزج ١٩٢٣ م .
صورته بالاوفست مكتبة المثنى — بغداد .

٩ — حاجي خليفة ، مصطفى بن عبد الله الشهير بحاجي خليفة وبكاتب چلبي .
كشف الظنون عن اسامي الكتب والفنون .
استنبول — مطبعة المعارف — ١٩٤١ م .
صورته بالاوفست مكتبة المثنى — بغداد .

١٠ — الحسن ، احمد يوسف .
تقي الدين والهندسة الميكانيكية العربية مع كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية من القرن السادس عشر .
جامعة حلب — معهد التراث العلمي العربي ١٩٧٦ م .

١١ — الحسن ، احمد يوسف .
الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل تصنيف ابي العز بن اسماعيل الرزاز الجزري .
جامعة حلب — معهد التراث العلمي العربي ١٩٧٩ م .

١٢ — الخوارزمي ، محمد بن احمد بن يوسف ابو عبد الله .
مفاتيح العلوم .
القاهرة — ادارة الطباعة المنيرية — ١٣٤٢ هـ .

١٣ — زامباور ، ادوار فون .
معجم الأنساب والأسرات الحاكمة في التاريخ الاسلامي .
القاهرة — مطبعة جامعة فؤاد الأول — ١٩٥١ م .

١٤ ــ سزكين ، فؤاد .
« مكانة العرب في تاريخ العلوم » .
ابحاث الندوة العالمية الأولى لتاريخ العلوم عند العرب .
جامعة حلب ــ معهد التراث العلمي العربي ١٩٧٧ م .

١٥ ــ طاشكبري زادة ، احمد بن مصطفى .
مفتاح السعادة ومصباح السيادة في موضوعات العلوم .
القاهرة ــ دار الكتب الحديثة ــ ١٩٦٨ م .

١٦ ــ الطبري ، ابي جعفر محمد بن جرير .
تاريخ الطبري .
القاهرة ــ دار المعارف ــ ١٩٦٠ ــ ١٩٧١ م .

١٧ ــ طوقان ، قدري حافظ .
تراث العرب العلمي في الرياضيات والفلك .
القاهرة ــ مطبعة المقتطف ــ ١٩٤١ م .

١٨ ــ القفطي ، جمال الدين ابي الحسن علي بن يوسف القفطي .
تاريخ الحكماء .
طبعة ليبزغ ١٩٠٣ م .
صورته مكتبة المثنى ــ بغداد .

١٩ ــ القلقشندي ، ابي العباس احمد .
صبح الاعشى ، الجزء الاول .
القاهرة ــ المطبعة الأميرية ــ ١٩١٣ م .

٢٠ ــ المسعودي ، ابي الحسن علي بن الحسين .
التنبيه والاشراف .
بغداد ــ المكتبة العصرية ــ ١٩٣٨ م .

٢١ — المقدسي ، محمد بن احمد بن ابي بكر البناء .

احسن التقاسيم في معرفة الاقاليم .

بريل — ليدن — ١٩٠٦ م .

صورته بالاوفست مكتبة المثنى — بغداد .

٢٢ — نللينو ، كرلو .

علم الفلك .

روما — ١٩١١ م .

صورته بالاوفست مكتبة المثنى — بغداد .

٢٣ — اليافعي ، ابو محمد عبد الله بن اسعد بن علي بن سليمان .

مرآة الجنان وعبرة اليقظان في معرفة ما يعتبر من حوادث الزمان .

بيروت — مؤسسة الأعلمي — ١٩٧٠ م .

٢٤ — اليسوعي ، لويس شيخو .

« الآلة التي تزمر بنفسها » .

مجلة المشرق — المجلد ٦ — ١٩٠٦ م .

ص ٤٤٤

كتاب الجيل

جدول أشكال كتاب الحيل

رقم الشكل	الوصـــف	رقم الصفحة
٣٠	عمل قنينة نصب فيها الشراب فان اراد الحاذق بعملها ان يبين لجميع جلسائه انها قد امتلت من اوقية او نحو ذلك فعل وان احب ان يصب فيها شيء كثير ويسقيه لانسان آخر فعل .	٩٨
٣١	عمل قنينة لها رأسين نصب فيها من احد الرأسين الشراب ومن الآخر ماء فاذا اقلبت خرج من الرأس الذي صب فيه الماء شراب ومن الرأس الذي صب فيـــه الشراب ماء .	١٠٠
٣٢	عمل جرة لها بزال يصب فيها الماء بأي مقدار كان فاذا فتح البزال يجري فيه مقدار من المقادير ثم ينقطع ساعة على قدر ما نريد ان نقدر من مقدار خروج الماء ومن مقدار مدة الزمان الذي ينقطع فيه الى أن يبتديء ثانية يخرج ولايزال كذلك ينقطع مرة ويجري اخرى دائما حتى ينفذ كل شيء في الجرة .	١٠٣
٣٣	عمل قنينة لها رأس واحد يصب فيها الشراب والماء من رأسها فلا يختلطان فاذا شاء الحاذق بعملها ان يقلبها فيخرج من رأسها شراب فعـــل ذلك وان شاء ان يقلبها فيخرج ماء فعل ذلك وان شاء ان يقلبها فيخرج ممزوج ذلك فعل .	١٠٦
٣٤	عمل قنينة نصب فيها الشراب فاذا اقلبت يخرج منها مقدار من المقادير معلوم ثم ينقطع خروج الشـــراب فاذا وضعت ثم اقلبت ثانية يخرج ذلك المقدار بعينه ثم ينقطع ايضا فان وضعت ثم اقلبت ثالثة يخرج ذلك المقدار وكذلك لا يزال حتى ينفذ كل شيء فيها من الشراب .	١٠٩
٣٥	عمل قنينة نصب فيها الشراب فاذا اقلبت لا يخرج منها شيء فاذا وضعت ثم اقلبت ثانية يخرج منها الشراب فاذا وضعت ثم اقلبت لا يخرج منها شيء فـــان وضعت ثم اقلبت ايضا رابعة يخرج منها الشراب .	١١٢
٣٦	عمل قنينة نصب فيها الشراب فاذا اخذها الساقي الحاذق بعملها ليسقي بها القوم فان احب ان يقلب القنينة ابدا فيخرج منها في كل مرة مقدار واحد معلوم فاذا تم انقطع سيلان القنينة من نفسه .	١١٤
٣٧	عمل قنينة نصب من رأسها الشراب والماء من موضع واحد فاذا اقلبت يخرج منها مقـــدار من المقادير شراب وينقطع من نفسه فاذا اعيدت ووضعت عـــلى	١١٧

رقم الشكل	الوصف	رقم الصفحة
	الارض ثم حملت واقلبت ثانية انصب منها في القدح ماء بمثل ذلك المقدار وينقطع فاذا وضعت ايضا ثم حملت واقلبت خرج شراب بمثل ذلك المقدار وكذلك لا يزال فعلها حتى ينفذ الشراب والماء الذي فيها .	
٣٨	عمل جرة لها بثيونين نصب فيها الماء ونفتح البزالين فيكون احد البزالين الذي يفتح أولا هو الذي يسيل منه الماء أي البزالين كان والبزال الذي ينفتح آخر شيء لا يسيل منه شيء أي بزال كان .	١٢٣
٣٩	عمل جرة لها بزال مغلق نصب فيها الشراب فيجري من البزال اذا فتح فاذا صب الماء من رأس الجرة انقطع الشراب من البزال وجرى فيه الماء فاذا قطع صب الماء عاد الشراب يجري من البزال وكذلك لا يزال فعله .	١٢٥
٤٠	عمل جرة تعمل مثل عمل التي قبلها ولكن بطريقة أخرى .	١٢٩
٤١	عمل جرة لها بزال مفتوح نصب فيها الشراب فما دام الصب متصل والبزال لا يخرج منه شيء حتى اذا قطع الصب ابتدأ البزال يخرج منه الشراب فلا يزال يخرج حتى يصب الماء فاذا صب الماء ينقطع الشراب من البزال ويجري فيه الماء فان قطع صب الماء عاد الشراب يجري وكذلك لا يزال .	١٣١
٤٢	عمل جرة لها ثلاثة بزل مفتوحة يصب فيها الشراب كما صب في التي قبلها ولا يسيل من البزل شيء ما دام الصب متصل فاذا قطعت الصب ابتدأ البزال الأوسط يسيل منه الشراب فلا يزال كذلك حتى يصب في الجرة ماء فاذا صب الماء انقطع الشراب من البزال الاوسط وجرى فيه الماء وجرى الشراب في البزالين الآخرين فان قطع صب الماء عاد الشراب الى البزال الأوسط وانقطع منه الماء وكذلك لا يزال الفعل .	١٣٤
٤٣	عمل جرة نصب فيها الوان من الرطوبات لون بعد لون من ثقب واحد من رأس الجرة فلا تختلط وللجرة بثيون فاذا فتح ذلك البثيون خرج اللون الذي صببته أولا ثم يتبعه الثاني اذا فني فاذا فني الثاني يتبعه الثالث وكذلك لا يزال حتى ينفذ جميع الألوان .	١٤٠
٤٤	عمل جرة تعمل مثل سابقتها غير ان بزالها مفتوح ونجعلها ايضا لثلاثة الوان فاذا صب الانسان اللون الثالث ثم قطع الصب يبتديء اللون الذي صبه أولا يجري من البزال فاذا فني تبعه الثاني فاذا فني الثاني تبعه الثالث حتى تنفذ جميع الالوان .	١٤٣

رقم الشكل	الوصـــف	رقم الصفحة
٤٥	عمل جرة نصب فيها الوان من موضع واحد لها بثيون . فان كان مغلق فاذا فتح خرجت الألوان يخرج اللون الاول ثم يتبعه الثاني اذا مضت سويعة فاذا في الثاني ومضت سويعة يخرج الثالث وكذلك لا يزال . وان كان البزال مفتوح فانه اذا صب اللون الاخير ثم قطع تبتديء الالوان فتخرج كما ذكرنا وعلى الترتيب الذي وصفنا .	١٤٦
٤٦	عمل اناء أو جرة نصب فيها الوان من الرطوبات من موضع واحد ولها بزال فاذا فتح تجري الألوان على الولي يتلو بعضها بعضا .	١٤٩
٤٧	عمل جرة لها بزال واحد ان صب فيها الشراب يخرج من البزال وان صب فيها الماء أو غيره من الرطوبات لم يخرج من البزال شيء وهذه الحيلة عجيبة وفيها مواربة وغلوطة .	١٥٢
٤٨	عمل جرة لها بزالين متى صببنا من رأس الجرة شراب خرج من احد البزالين ابدا ومتى صببنا الماء يخرج من البزال الآخر ابدا .	١٥٦
٤٩	عمل جرة لها بزال نصب فيها شراب وماء من موضع واحد فاذا فتح البزال خرج منها الشراب أو الماء بمقدار من المقادير فان كان الشراب هو الذي خرج تبعه الماء ويخرج بمثل ذلك المقدار فاذا تم المقدار تبع الما شراب ايضا بمثل ذلك المقدار ثم يتبع الشراب ايضاً ما بذلك المقدار وكذلك لا يزال حتى ينفذ كل شي في الجرة .	١٥٩
٥٠	عمل جرة تعمل مثل عمل التي قبلها ويكون بزالها مفتوح .	١٦٣
٥١	عمل كوز له بزال ان شاء الانسان أن يصب من رأسه شراب فيخرج من البزال فعل ذلك وان شاء أن يصب الشراب فلا يجري من البزال شيء فعل ذلك والصب من موضع واحد .	١٧٠
٥٢	عمل كوز له بزال نصب فيه شراب ثم ان شاء الحاذق بعمله أن يصب فيه الماء فيجري من البزال شراب فعل ذلك وان شاء أن يصب الماء فلا يخرج من البزال شيء فعل ذلك .	١٧٢
٥٣	عمل كوز له بزال اذا أخذه الحاذق بعمله فصب منه ماء أو غيره من الرطوبات لم يجر من البزال شيء فان صب فيه شراب خرج من البزال .	١٧٥

رقم الشكل	الوصـــف	رقم الصفحة
٥٤	عمل جرة لها بزال مفتوح يصب فيها الشراب بمكيال معلوم فلا يخرج من البزال شيء فاذا صب الماء يجري من البزال شراب بمقدار ما صب من الماء .	١٧٧
٥٥	عمل جرة شبيهة بسابقتها غير ان الحاذق بعملها ان شاء اذا صب الماء من بعـــد صب الشراب كما وصفنا بالمكيال ان يجري من البزال شراب صرف فعل ذلك وان شاء أن يكون اذا صب الماء يجري شراب ممزوج فعل ذلك فيسقي صرف لمن شاء ويسقي ممزوج لمن شاء .	١٨٠
٥٦	عمل جرة نصب فيها الشراب والماء ولها بزالين مفتوحين فاذا فرغ من الصب يسيل من احد البزالين شراب ومن الآخر ماء فاذا سال من كل واحـــد منهما مقدار من المقادير يتبدل فيخرج من بزال الشراب ماء ومن بزال الماء الشراب فاذا سال من كل واحد مثل ذلك المقدار وشبيه به يتبدل ايضا وكذلك لا يزال يتبدل .	١٨٣
٥٧	عمل جرة لها بزالين اذا صب فيها الماء ثم قطع الصب يبتدىء الماء فيخرج مـــن احد البزالين فاذا سد البزال الذي جرى منه الماء يبتدىء الماء فيجري من البزال الآخر وان نحا الانسان يده عن البزال المسدود لايجري منه شيء ولايزال كذلك .	١٨٩
٥٨	عمل جرة نصب فيها الشراب والماء من موضع واحـــد ولها بزالين فاذا قطـــع الصب يبتدىء أحد اللونين فيجري من أحد البزالين فاذا سد ذلك البزال ينقطع عنه ذلك اللون ويجري اللون الآخر من البزال الآخر ولا يجري من الذي كـــان سد شيء (الخ . . .) .	١٩٤
٥٩	عمل جرة تفعل مثل فعل التي قبلها غير انا نصير ما يصب فيها من الماء والشراب بمقدار ولو شئنا أن نصيره بغير مقدار فعلنا ذلك غير انا نصيره بمقدار في هـــذه الجرة .	٢٠٠
٦٠	عمل جرة لها مثقب غير مغلق يصب فيها الشراب ثم يقطـــع الصب فاذا أحب الحاذق بعملها ان يصب فيها الماء فيخرج شراب فعل ذلك وان أحب ان يكون إذا صب الماء يخرج ماء وحده من البزال فعل ذلك .	٢٠٤
٦١	عمل جرة لها بزال يصب فيها الشراب فاذا صب فيها الماء صبا دائما يبتدىء الشراب يخرج ثم يتبعه الماء ثم يتبع الماء الشراب ايضا وكذلك لايزال مادام الصب متصل .	٢١٠

رقم الشكل	الوصف	رقم الصفحة
٦٢	عمل جرة لها بزال مفتوح يصب فيها الشراب فاذا قطع الصب وصب فيها ماء يبتدىء الشراب يجري من البزال ما دام صب الماء متصل فاذا قطع صب الماء انقطع البزال فلا يخرج منه شراب وكذلك ان صب فيها شراب ينصب من البزال ما دمت تصب الشراب فاذا قطعت صب الشراب انقطع سيلان الماء من البزال وكذلك لا يزال اذا صببت شراب يخرج ماء واذا صببت ماء خرج شراب .	٢١٣
٦٣	عمل جرة لها بزال يصب فيها لون من الألوان فاذا صب لون ثاني يخرج الأول ما دام الصب متصل فاذا قطع الصب انقطع خروج الأول وكذلك اذا صب لون ثالث يخرج الثاني واذا صببت رابع يخرج الثالث وكذلك لا يزال .	٢١٨
٦٤	عمل جرة لها بزالين ان صب فيها الشراب والماء بعد ان تمزج احدهما بالآخر يخرج من احد البزالين شراب ومن الآخر ماء ويتوهم كل من يرى ذلك انه قد انفصل الشراب من الماء .	٢٢٣
٦٥	عمل جرة تفعل هذا الفعل وتكون صغيرة ويمكن الانسان ان يقلبها ويحركها فلا يخرج منها الماء والشراب ولا يسمع لها صوت ايضا ولا يحس احد ان فيها شيء وهذه أعجب من التي قبلها .	٢٢٧
٦٦	عمل جرة لها بزالين مغلقين يصب فيها الشراب والماء من رأسها واحد بعد الآخر فاذا فتح البزالين يجري من احدهما شراب ومن الآخر ماء فاذا سد الانسان أحد البزالين باصبعه انقطع اللون الآخر من البزال الآخر وجرى فيه اللون الذي سد بزاله فان نحى يده عن البزال المسدود عاد الأمر كما كان يجري أولا يجري وان أعيد سد أحد البزالين أيضا عاد الفعل وكذلك لا يزال الفعل .	٢٣١
٦٧	عمل جرة مثل سابقتها بصنعة أخرى .	٢٣٧
٦٨	عمل جرة تصنع مثل هذا الفعل الذي وصفنا غير انه ينبغي ان يصب في هذه الجرة من الشراب والماء بمقدار واحد أي مقدار كان .	٢٤٢
٦٩	عمل جرة لها بزالين مغلقين تفعل مثل فعل الجرتين اللتين قبلها ويخرج الشراب والماء بمقدار واحد ثم يتبدل فيخرج من بزال الشراب ماء ومن بزال الماء شراب بذلك المقدار وكذلك لا يزال .	٢٤٦

رقم الشكل	الوصف	رقم الصفحة
٧٠	عمل جرة لها بزال وفي عروتها ثقب صغير خفي نصب فيها الماء والشراب فاذا قطع صب اللون الذي يصب أخيراً ابتدأ يخرج من البزال اللون الذي يصب اخيرا فمتى سد الانسان الثقب الذي في عروة الجرة ينقطع ذلك اللون من البزال ويجري منه اللون الآخر فاذا فتح الثقب عاد اللـون الذي كان يجري أولا فيخرج مـن البزال وكذلك لا يزال الأمر .	٢٥١
٧١	عمل جرة لها بزالين مغلقين وفي عروتها ثقبين صغيرين خفيين اذا صب فيهـا الماء والشراب ثم فتح البزالين فانه يجري منهما الشراب ممزوجا بالماء فان سد احد الثقبين وفتح الآخر يخرج من أحد البزالين شراب ومن الآخر ماء فان فتح الثقب الذي سد وسد الثقب الذي فتح ابتدلا فجرى في البزال الذي كان يجري منـه الشراب ماء ومن الذي كان يجري منه الماء شراب وان سدوهما جميعا لم يسيل من البزالين شيء البتة .	٢٥٧
٧٢	عمل جرة يصب فيها الشراب والماء ولها بزالين مفتوحين فاذا قطع الصب يسيل من أحد البزالين شراب ومن الآخر ماء (الخ . . .) .	٢٦٤
٧٣	عمل جرة لها بزال مغلق وفي عروتها ثقب خفي فاذا صب فيها الشراب والمـاء وفتح البزال يبتديء الشراب فيجري من البزال فاذا سد الانسان الثقب الذي في العروة من غير أن يعلم به احد من الناس ممن يحضرنه ينقطع الشراب منه ويجري فيه الماء فاذا فتح الثقب عاد الشراب ايضا يجري وكذلك لا يزال (الخ . . .) .	٢٧٠
٧٤	عمل جرة لها بزالين اذا صب فيها الماء يجري من أحـد البزالين فان صب فيها دهن من الادهان يجري من البزال الآخر .	٢٧٥
٧٥	عمل اجانة في بعض المواضـع بالقرب من بعض الأنهار تكون دهرها كله مملوءة ويغرف منها جميع الناس الماء ويشرب منها الدواب وهي أبدا على حال واحدة لا تزيد ولا تنقص .	٢٧٩
٧٦	عمل جام مركب على قاعدة يصب في القاعدة الشراب فاذا قطع الصب يبتديء الشراب فيجري الى الجام حتى يمتليء الجام فاذا أخـذ من الجام شيء من الشراب يرجع اليه مثله ويبقى على حال واحدة لا ينقص البتة .	٢٨٢

رقم الشكل	الوصـــف	رقم الصفحة
٧٧	عمل جام أو اجانة فارغة مركبة على قاعدة نصب فيها رطلين أو ثلاثة شراب ويؤخذ منها أضعاف ذلك وهي لا تنقص فان كان الذي يأخذ منها ويغرف حاذق عارف عالم بها فانها تنقص ويفنا كل شيء فيها سريع فان لم يكن حاذق بعملها فانه يشرب منها اضعاف كثيرة لما صب فيها وهي لا تنقص (الخ . . .) .	٢٨٦
٧٨	عمل جام أو اجانة أو بعض الأواني يركب في متوضأ أو حمام أو رواق أو حيث أحب الانسان لا يزال دهره فيه الماء وكلما أخـــذ منه شيء عاد إليه مثل ذلك ويكون فوقه تمثال هو الذي يصب إلى الإناء مكان ما يغرف منه .	٢٩٠
٧٩	عمل جام أو بعض الأواني مـــركبة على قاعـــدة أو في رواق أو حيث أحب الإنسان وتكون فارغة وفوقها تمثال فاذا صب فيها شراب حتى يمتلىء أويقارب ذلك وغرف منها شيء أو اخذ من الشراب شيء فان التمثال يصب إليها مثـــل ما غرف منها (الخ . . .) .	٢٩٣
٨٠	عمل جام أو اجانة أو بعض الأواني مركب في رواق أو على قاعدة وفوقهـــا تمثال ولتكن فارغة فإذا صب فيها الشراب يصب التمثال الشراب وماء حتى يمتلي أو يقارب ذلك فاذا غرف منها شيء من الشراب الذي صب فيها يصب التمثال من فمه مثل المقدار الذي غرف منها شرابا ممزوجا بماء (الخ . . .) .	٢٩٨
٨١	عمل جامين مركبين على قاعدة يصب في كل واحد منهما بمقدار واحد شراب ويجلس بعض اهل المجلس فيشربون من احدى الجامين وبعضهم يشربون من الجام الآخر (الخ . . .) .	٣٠٢
٨٢	عمل جامين مركبين على قاعدة أو في رواق إذا صب في كل واحد منهما خمسة أرطال شراب يصير الجام الذي صب فيه أولا الشراب اذا شرب منها واغترف منها مقدار ما صب فيها ينفذ كل شيء فيها ويصير الجام التي صب فيها بآخره إذا أخذ منها لا تنقص أبدا وإن أخذ منها أضعاف ما صب فيها .	٣٠٧
٨٣	عمل جام أو أجانة على قاعدة أو في بعض المواضع مثل الحمامات أو المتوضيات أو في مدينة أو حيث أحب الانسان تكون مملوءة شراب أو ماء وفوقها تمثال فاذا شرب منها حتى ينفذ كل شيء فيها يبتدي التمثال فيصب في الاناء ماء (الخ..).	٣١٢

رقم الشكل	الوصـــف	رقم الصفحة
٨٤	عمل جام بصنعة أخرى تفعل مثل هذا الفعل للتي قدمنا ذكرها .	٣١٥
٨٥	عمل جامين على قاعدة أو في رواق فارغتين وعلى كل واحـــد منهما تمثال إذا صب في أحديهما أيهما كانت شراب يصب التمثال في تلك الجام شراب ويصب التمثال الآخر في الجام الأخرى ماء وان صب في الجام ماء يصب التمثال الآخر في الجام الأخرى شراب ويصب تمثال هذه الجام فيها ماء .	٣١٩
٨٦	عمل اجانة أو جامة فوقها تمثال فمتى صب في الجام شراب يبتديء التمثـــال فيصب الشراب فاذا انقطع الانسان عن الصب امتنـــع التمثال عن الصب فإن عاد الانسان إلى الصب يبتديء الصنم فيصب وكذلك لا يزال .	٣٢٤
٨٧	عمل اجانة أو جامة بصنعة أخرى تفعل مثل هذا الفعل .	٣٢٨
٨٨	عمل فوارة يفور المـــاء منها كهيئة السوسنة وإن أحببنا جعلنا الماء يفـــور منها كهيئة الترس .	٣٣٢
٨٩	عمل فوارة مركبة في بعض المواضع يفور منها الماء مدة من الزمان كهيئة الترس ثم ينقطع ذلك ويفور مثل تلك المدة من الزمان كهيئة القناة ثم يعود أيضا فيفور منها الماء على مثال شكل الترس وكذلك لا تزال دهرها تتبدل .	٣٣٥
٩٠	عمل فوارة يفور منها الماء مرة على مثال شكل السوسنة ومرة مثل القناة ويكون عملها بالريح ما دامت تهب وتعمل أيضا بجرية الماء وتبدل .	٣٤٠
٩١	عمل فوارتين مركبتين في رواق أو في بعض المواضع بالقرب من بعض الأنهار لا يزال احدى الفوارتين يفور منها الماء كهيئة الترس ويفور الأخرى كهيئة القناة . فاذا مضت ساعة ابتدلتا فخرج من فوارة الترس مثـــل القناة وخرج من الذي كان يخرج مثل القناة مثل الترس . فاذا مضت ساعة أخرى عاد الأمر كما كان أولا وكذلك لا يزالان يتبدلان طوال الدهر .	٣٤٣
٩٢	عمل فوارة تبدل وتعمل مثل عمل الفوارة الذي قدمنا وصنعتها بعمل آخر والفرق بينهما ان الحيلة التي يكون بها التبدل في هـــذه الفوارة التي نحن واصفوها في داخلها وكانت في تلك خارجة منها .	٣٤٦

رقم الشكل	الوصف	رقم الصفحة
٩٣	عمل فوارة تخرج ساعة قضيبا وساعة ترسا وحولها فوارتين صغيرتين أو كم شئناو تكون الفوارة الكبيرة إذا فارت ترسا فارت الفوارتين اللتين حولها قضيبا واذا فارت الفوارة الكبيرة قضيبا فارت الفوارتين التي حولها اترسة وكذلك لا يزال .	٣٥١
٩٤	عمل فوارتين يفور من أحدهما شبه القناة ومن الآخر شبه السوسنة مدة من الزمان ثم يتبدلان فيخرج من التي كانت تفور قناة سوسنة ومن التي كانت تفور سوسنة قناة مقدار ذلك من الزمان ثم يتبدلان أيضا مقدار ذلك من الزمان ولا يزال على هذا ما دام الماء ملصقا فيها .	٣٥٦
٩٥	عمل سراج يصب فيه الزيت فلا يزال ابدا مملوءا وكلما نقص منه شيء عاد إليه مثله ولا يزال الدهن كله مملوءا لا ينقص ومن يراه يظن ان النار ليس تأخذ من الزيت .	٣٦١
٩٦	عمل سراج يخرج الفتيلة لنفسه .	٣٦٥
٩٧	عمل سراج يخرج الفتيلة لنفسه ويصب الزيت لنفسه وكل من يراه يظن ان النار لا تأكل من الزيت ولا من الفتيلة شيئاً بتة ويعرف هذا السراج بسراج الله .	٣٦٨
٩٨	عمل سراج اذا وضع في الريح العاصف لا ينطفيء .	٣٧٢
٩٩	عمل آلة الآبار التي تقتل من ينزل فيها اذا استعملها الانسان في أي بئر شاء فلا يقتله ولا يؤذيه .	٣٧٤
١٠٠	عمل آلة يخرج بها الانسان من البحر الجوهر اذا سرحها ويخرج بها الأشياء التي تقع في الآبار وتغرق في الانهار والبحار .	٣٧٦

ملحـــق الكـــتاب

رقم الشكل	الوصـــف	رقم الصفحة
١	عمل فوارة تصعد الماء فوق طاق في بربخ اسرب ويحتال حتى يرتفع فـــوق سطحه بأي مقدار أردنا ولا يجوز أن يرتفع الماء إلا أن يكون متحركاً بسطح الماء ي ه ؛ ونريد أن نرفعه إلى سطح مط .	٣٨١
٢	وعاء لخروج الماء الحار والبارد في الحمام مزود ببزالين أعني بزالي البارد والحار حتى يكون جميع دهره يسيل من أحد البزالين حار ومن الآخر بارد فاذا مضى مقدار من الزمان ابتدل فيخرج من بزال البارد حار ومن بزال الحار بارد فاذا مضى ذلك المقدار من الزمان ابتدل أيضا فعاد الى ما كان أولا وكذلك لا يزال جميع دهره .	٣٨٥
٣	عمل تمثال منصوب في حائط بين يديه أو في بعض المواضع جام مملوء ماء فإذا أردت أن يصب التمثال ماء باردا صببت في الجام ماء حارا أو غيره من الأشربة فيصب التمثال بمقدار ما يصب في الجام .	٣٨٩



تصنيف

بني موسى بن شاكر

1 V (V)

بسم الله الرحمن الرحيم

< عونك اللهم >[١]

كتاب الحيل لبني موسى بن شاكر المنجم

< قال محمد والحسن والحسين بني موسى بن شاكر >[٢] :

الشكل الأول (١)

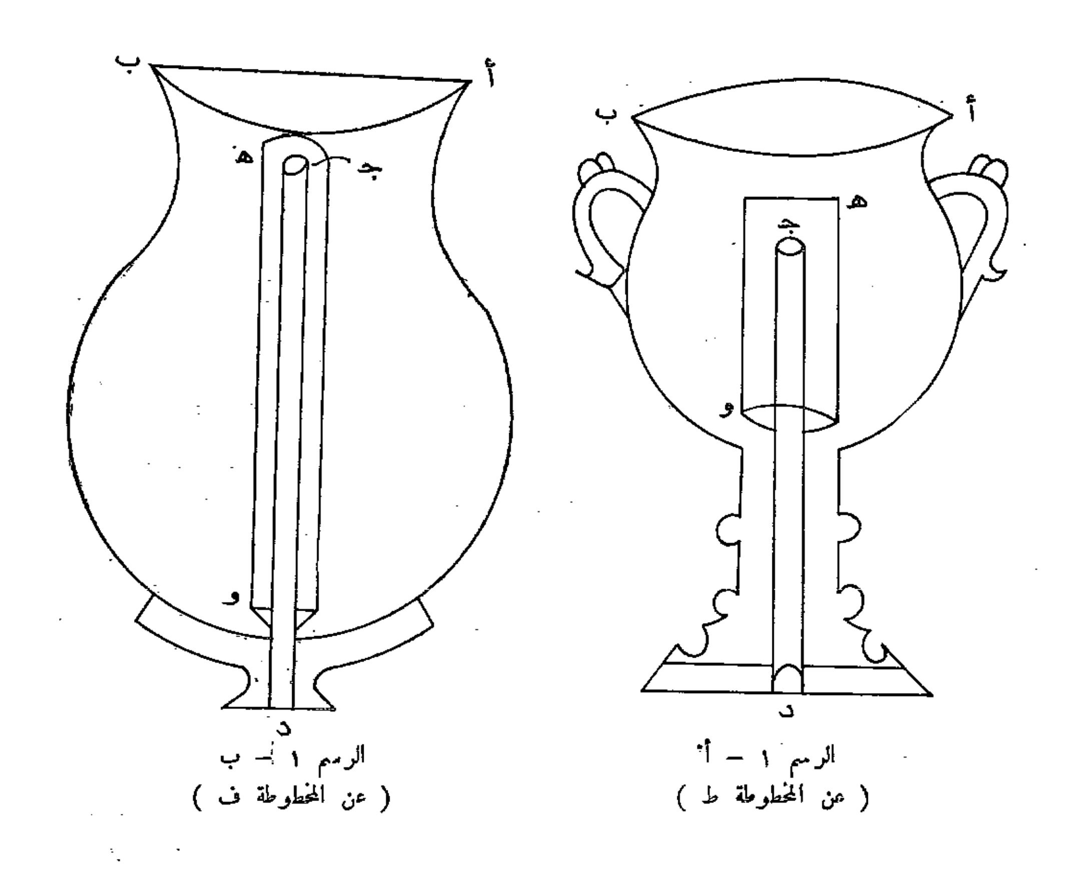
نريد ان نبين كيف نعمل كاساً يصب فيه مقدار من الشراب او الما فان زيد عليه زيادة بقدر[٣] مثقال من الشراب او الما خرج كل شى فيه . مثال ذلك كاس اَبَ ونعمل فيه انبوب دَجَ وطرفه[٤] الذي عليه دَ ملصق باسفل مقبض الكاس والطرف الاخر الذي عليه حَ يكون في اعلا الكاس . < ونعمل انبوبا اخر عليه >[٥] هَوَ[٦] ويكون غلافا لانبوب جدَ، ويكون طرف هَ مسدوداً ، وطرف وَ مفتوحاً ، قريباً من اسفل الكاس .

(١) ب : على الله توكلت
(٢) ب : لم ترد فيها هذه العبارة
(٣) ب : مقدار
(٤) ف : فطرفه
(٥) ب : ونعمل عليه انبوبا عليه
(٦) ب : هَ

فقد تبين مما وصفنا انه اذا < صب الشراب >(٧) في كاس آب لا يزال(٨) يرتفع فيه ولا ينصب منه(٩) شي حتى يبلغ الى علامة جـ(١٠) التي هي < في طرف >(١١) انبوب دجـ . فاذا زيد عليه شي من الرطوبات بقدر مثقـــال يسيل الشراب في انبوب جـ د ويجذب بعضه بعضا حتى يتفرغ كل شى في الكاس لان طرف انبوب جـ د الذي عليه د < اسفل من طرف انبوب >(١٢) هـ و(١٣) الذي عليه و لان الاشيا السيالة في(١٤) طبعها ان تنحـدر . فلذلك تبين انه اذا صب(١٥) في كاس آب المقدار(١٦) الذي هو الى نقطـة جـ ثم يزاد فيه مثقال فانه ينصب كل شى فيه الى خارج من انبوب جـ د . وذلك ماارادنا ان نبين .

---

(٧) ف : صب في الشراب
(٨) ف : الشراب لا يزال
(٩) ب : فيه
(١٠) ب : تنقص جـ
(١١) ب : طرف
(١٢) ب : اسفل طرف من البوبه
(١٣) ب : هـ
(١٤) ف : غير واضحة
(١٥) ب : صبه
(١٦) ب : المقدر



الرسم ١ – ب
(عن المخطوطة ف)

الرسم ١ – أ
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات

(١) ابناء بني موسى هم محمد والحسن وأحمد وقد اطلق اسم الحسين هنا على أحمد . ويذكر المؤرخون انه كان يدعى ابو الحسين .

(٢) يستخدم في هذا النموذج الاول (او الشكل الاول) مبدأ المقلب (أي السيفون) المتمركز المنفرد (الوسيلة رقم ١ في المقدمة) ونجـــد ان الرسمين الواردين في الفاتيكان وبرلين يعطيان تصميماً مختلفاً عن التصميم الذي يمثله رسم طوبقابي . ففي رسمي الفاتيكان وبرلين يتم تفريغ الكاس تفريغا تاماً تقريباً في حـــين ان مقبض الكاس يبقى مليئا بالسائل في التصميم المبين في رسم طوبقابي .

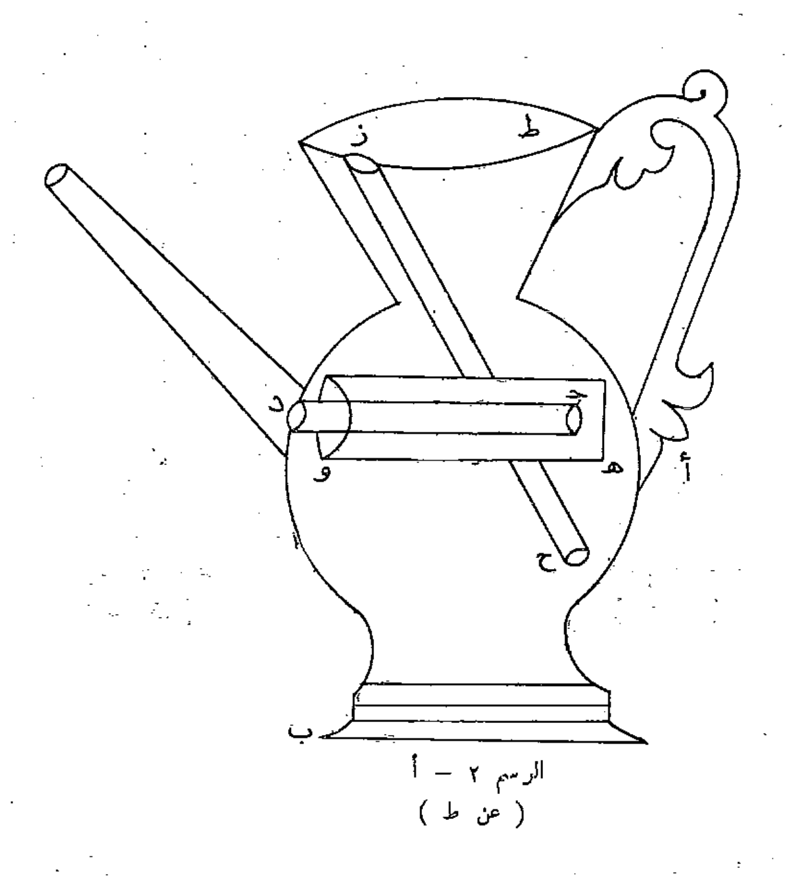
الشكل الثاني (ب)

نريد ان نبين كيف نعمل ابريقاً < له بلبلة >(١) إذا ملي لا يمكن ان 1 R (T)
< يتوضا به(٢) > اكثر من واحد . مثال ذلك ابريق اب ، ونلصق على رأسه صفيحة ط ز ونثقب في وسطها ثقب ز(٣) < يخرج منه انبوب ز ح وينتهي(٤) إلى اسفل الابريق ونقيم على ثقب د(٥) الذي هو ثقب البلبلة انبوبين(٦) كالذي عملنا في الكاس >(٧) . < على الداخل >(٨) جـ د(٩) وعلى(١٠) الخارج هـ و ونلصق طرف د (١١) من انبوب جـ د على الثقب الذي ينصب منه الما . فقد تبين مما(١٢) وصفنا انه اذا صب الماء في ابريق اب من ثقب ز يجري في انبوب ز ح إلى داخل الابريق ويخرج الهوا من انبوب جـ د فاذا بلغ الما إلى أنبوب جـ د وغطى طرفه الذي عليه جـ فعند ذلك يمتنع ابريق اب || أن يقبل شيئاً(١٣) من الما فاذا < وضى بالابريق >(١٤) صبتا 1 V (T)

---

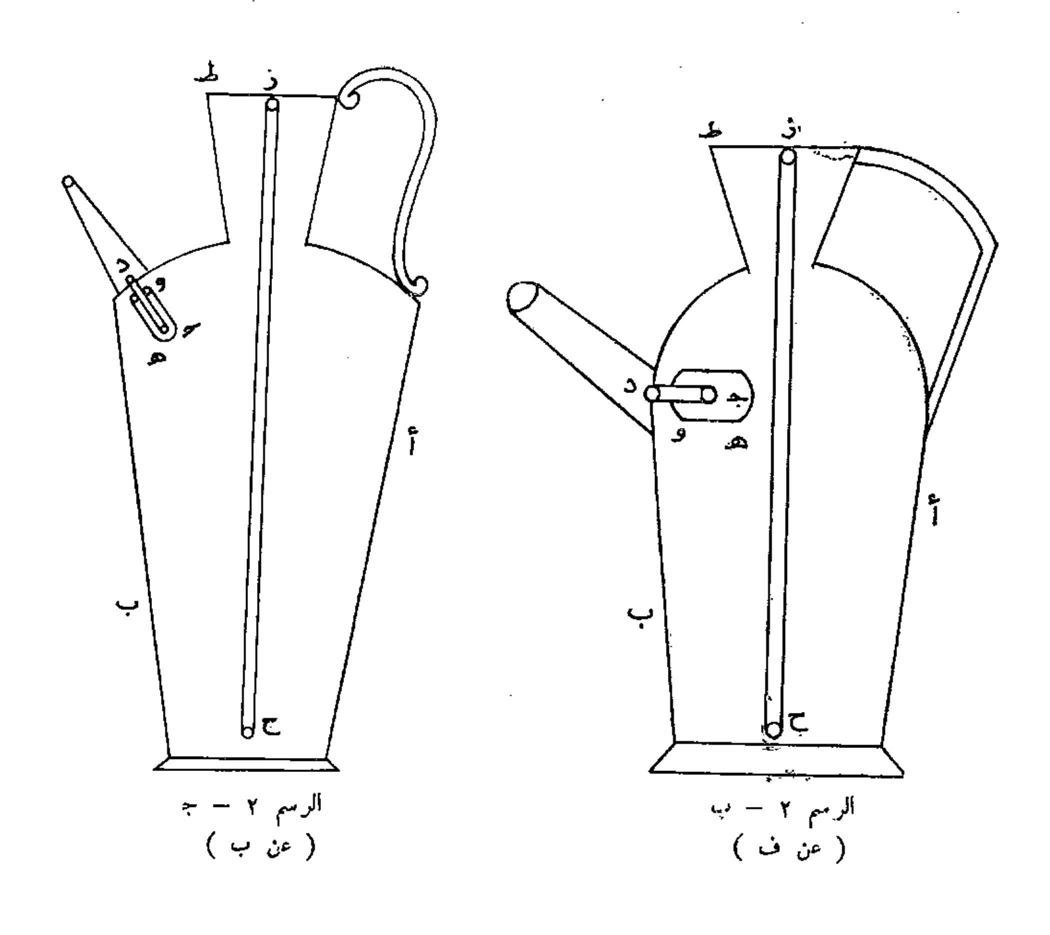
(١) ب : ببلبلة
(٢) ط : يوضى منه ف ، ب : يتوضا به
(٣) ب : ز ناقصة
(٤) ط : الكلمة غير واضحة
(٥) ط : ك
(٦) ب : انبوباً
(٧) ف : العبارة < يخرج منه انبوب ... عملنا في الكاس > غير واضحة
(٨) ف ، ب : على الكاس الداخل . ط : على الداخل
(٩) ط : جـ ك
(١٠) ب : وهو على
(١١) ط : ورد الحرف ك بدلا من د في هذه المخطوطة
(١٢) ب : من ما
(١٣) ب : كل شي
(١٤) ف : < توضى من الابريق وميل ليخرج منه الما >

انبوبتا جـ د هـ و الما كما فعــلا في الكاس فمتى رد يده المتوضي < تفرغ ما في >(١٥) انبـــوب هـ و من المـــا فاذا اراد ان يتوضــا آخر قلب(١٦) الابريق ليصب منه كالعادة فانه لا ينصب منه شي لان المـا الذي فيه لا يبلغ طـــرف انبوب جـ د الذي عليه جـ . وذلك ما اردنا ان نبين .



الرسم ٢ – أ
(عن ط)

(١٥) ب : تفرغ في ما
(١٦) ف،ط : واقلب



الرسم ٢ — ج
(عن ب)

الرسم ٢ — ب
(عن ف)

ملاحظـــات

(١) يوجد خطأ في الرسمين ٢ — أ (عن ط) و ٢ — ب (عن ف) من حيث اتجاه المقلب (السيفون) المتمركز . فلا يجوز ان يكون هـــذا السيفون أفقياً بل يجب ان يميل باتجاه زاوية بلبلة الابريق كما هو مبين في الرسم ٢ — ج (عن ب) .

(٢) من أجل تفريغ الابريق تفريغاً شبه تام يجب ان يكون السيفون طويلاً بحيث يصل الى ارضية الابريق تقريباً وليس كما ورد في الرسوم الثلاثة .

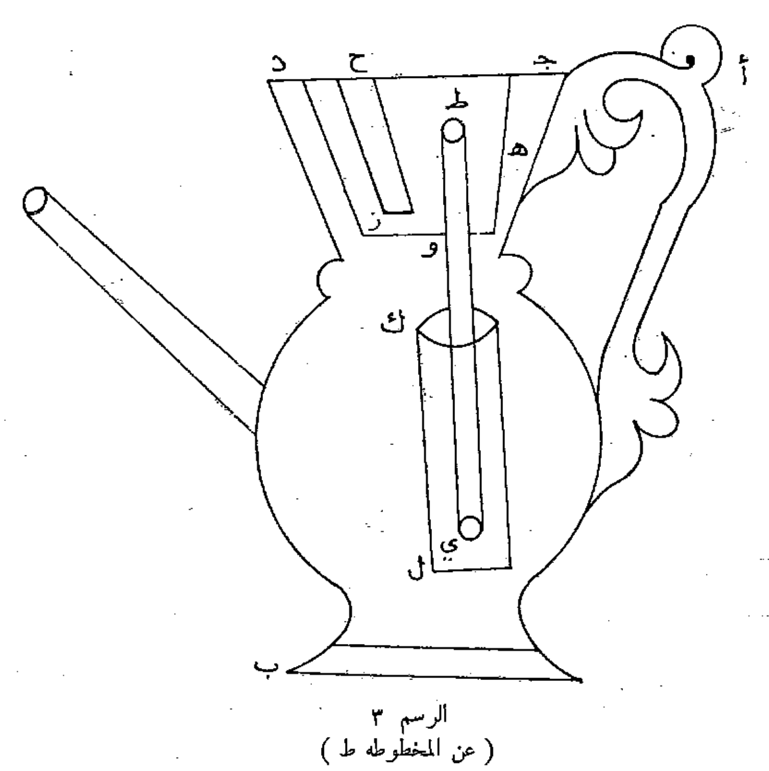
الشكل الثالث (ج)

نريد < ان نبين كيف نعمل >[١] إبريقا اذا صب فيه الما صباً متصلا قبل كل ما يصب فيه فاذا قطع الصب ثم اعيد اليه < لم يقبله >[٢] . مثال ذلك ابريق اب ونلصق على راسه صفيحة جد < ونلصق على صفيحة >[٣] جد من داخل انبوباً مسدود الطرفين عليه هو ، ونثقب في وسط الصفيحة ثقب ح ونخرج < منه انبوباً ينفذ الى داخل انبوب هو من اسفله عليه حز >[٤] ونخرج في داخل انبوب هو انبوب[٥] طي < ننفذه إلى اسفل الابريق ونلصقه بانبوب هو عند نقطة و >[٦] لصاقاً || محكماً ونجعل على طرف انبوب طي الذي عليه ي انبوباً اوسع منه عليه كل وليكن طول انبوب كل < نصف انبوب >[٧] طي او < شبه ذلك >[٨] . فقد تبين مما وصفنا انه اذا صب الما في ابريق اب[٩] < من ثقب ح يجري في انبوب حز >[١٠] ويملأ انبوب هو فاذا انتهى الى نقطة ط جرى في انبوب طي ويملأ انبوب كل ولا يزال ينصب في ابريق اب ما دام الصب متصلا فاذا قطع

1 V (T) — 9 R (T)

(١) ف ، ب : < ان نبين كيف نعمل . > ط : < ان نعمل >
(٢) ف : لم يقبله ب : لا يقبله ط : لم يقبل
(٣) ف : < ويلصق بصفيحه >
(٤) ب : تنقص العبارة : < منه انبوباً ينفذ ..... عليه حز >
(٥) ف : أيضا انبوب
(٦) ف : هذه العبارة كانت مكتوبة ثم شطبت بخط فوقها . واضيفت في الحاشية عبارة اخرى تقول : < ويكون طرف ط قريبا من صفيحة جد .... > وبقية العبارة غير واضحة
(٧) ف : نصف طول انبوب
(٨) ف ، ب : شبيهاً بذلك
(٩) ف ، ب : جد
(١٠) ف ،ب : هذه العبارة غير واردة في ب ، ف . والسطر الذي يلي ذلك غير واضح في ف

الصب تفرغ < ما في انبوبي >[11] حز و هـ في انبـوب طى < فيتغوغ ما في النصف الاعلى من انبوب طى >[12] فمتى أعيد الصب من ثقب ح يمتنـع الابريق من[13] ان يقبـل شيئاً لأن انبوب ك ل مملوا ما وطرف انبوب طى الذى عليه ى مغرق في المـا الذي في انبوب ك ل . وذلك ما اردنا ان نبين .



الرسم ٣
(عن المخطوطه ط)

ملاحظـــات

نظراً لان الطرف ز للانبوب ح ز يصبح مغموراً بالماء عند التوقف عن الصب فـــان الانبوب الواسع هو يصبح بمثابة الانبوب المغلف العلوي للسيفون المتمركز المزدوج (انظر المبادىء والوسائل في المقدمة) . وهناك في النماذج (او الاشكال) التالية في هذا الكتاب اشارات عديدة الى هذا الابريق . وتم الاشارة غالباً عندما يستخدم في النموذج مبدأ السيفون المتمركز المزدوج .

(١١) ف : ما في انبوبي ب : ما في انبوبَي ط ما في ابريق انبوبي
(١٢) ب : غير واردة
(١٣) ب : غير واردة

9 V (T)

الشكل الرابع (د)

< نريد أن نبين كيف نعمل >(١) جرة لها بزال(٢) مفتوح واذا صب فيها الما لم يخرج من البزال شيء فاذا قطع الصب خرج الما < من البزال فاذا(٣) اعيد الصب انقطع ايضا وإن(٤) قطع الصب خرج الما >(٥) وهكذا لا يزال .
مثال ذلك جرة ا ب وفي اسفلها بزال جـ ونركب في اسفل الجرة حوضا صغيرا عليه ك ل ي(٦) ونلصقه بطرف بزال جـ الداخل(٧) في الجرة عند نقطة ي ونقطع الجرة بسطح مع سطح الحوض عليه ص ل ك ن(٨) < ونلصق على سطح حوض >(٩) ل ك ي(١٠) من داخله < باب مطجون مخروط عليه ك وعلى طبقه د >(١١) ويقطع < اصل العنق عنق الجرة >(١٢) بصفيحة ط ويخرج من وسطها(١٣) انبوب ط ح يصب(١٤) في حوض و م(١٥) وليكن في

(١) ب : < نريد ان نبين كيف نعمل > ط ، ف : < نريد ان نعمل >
(٢) ف : ابزال
(٣) ف : فان
(٤) ف : فاذا
(٥) ب : العبارة < من البزال ... خرج الما > غير واردة
(٦) ب : د ل ى
(٧) ب : وتلصق الداخل
(٨) ف : ص ل ك ي ب : ل ك
(٩) ف : < ونلصق تحت هذا السطح في اعلى حوض >
(١٠) ب : ا ب ك
(١١) ف : باب مطحون مخروط عليه د ب : ورد الحرف جـ بدل د
(١٢) ف : اصل عنق الجرة
(١٣) ب : سطحها
(١٤) ب : ويصب
(١٥) ف ،ب : في سائر النص وردت الحروف فوم أو ف وم بدلا من و م

حوض و م دبة عليها ه ويخرج منها قضيبين يرتفعان إلى اعلى الحوض ثم ينعطفان الى اسفله ويجتمعان عند نقطة ز ويمتدان[١٦] حتى يلتصقا بطبق د كيما اذا ارتفعت دبة ه ينطبق باب كد . ونعمل في حوض و م انبوبا منعطفاً يخرج من اسفله الى اعلاه وينعطف من خارجه عليه وفع وليكن طرف ع أسفل من طرف و . فقد تبين مما[١٧] وصفنا ان الما اذا صب من رأس الجرة جرى في انبوب طح الى حوض وم وترتفع دبة ه < وينطبق بارتفاعها الباب >[١٨] الذي عليه كد[١٩] ويسيل الما من حوض وم على سطح < ص ل ك ن >[٢٠] في الجرة ولا يخرج من باب كد || شي لانه قد انطبق 10 R (T) بارتفاع دبة ه . فاذا قطع الصب تفرغ ما في حوض وم في انبوب وفع المنعطف[٢١] وتنزل دبة ه ويفتح[٢٢] باب كد[٢٣] ويخرج الما في بزال <[٢٤] فاذا اعيد الصب سال في حوض وم وارتفعت دبة ه واطبقت ب كد فلا يخرج من بزال ج شي >[٢٥] . فاذا قطع الصب تفرغ < حوض وم >[٢٦] وتستقل دبه ه وينفتح باب كد ويخرج الما من بزال ج . وهكذا لا يزال وذلك ما اردنا ان نبين .

---

(١٦) ب : ويمران

(١٧) ب : من ما

(١٨) ف،ب : < وينطبق بارتفاعها الباب > ط : < وينطبق الباب >

(١٩) ف : د

(٢٠) ف : ص ل ك ي ب : ص ل ك

(٢١) ب : غير واردة

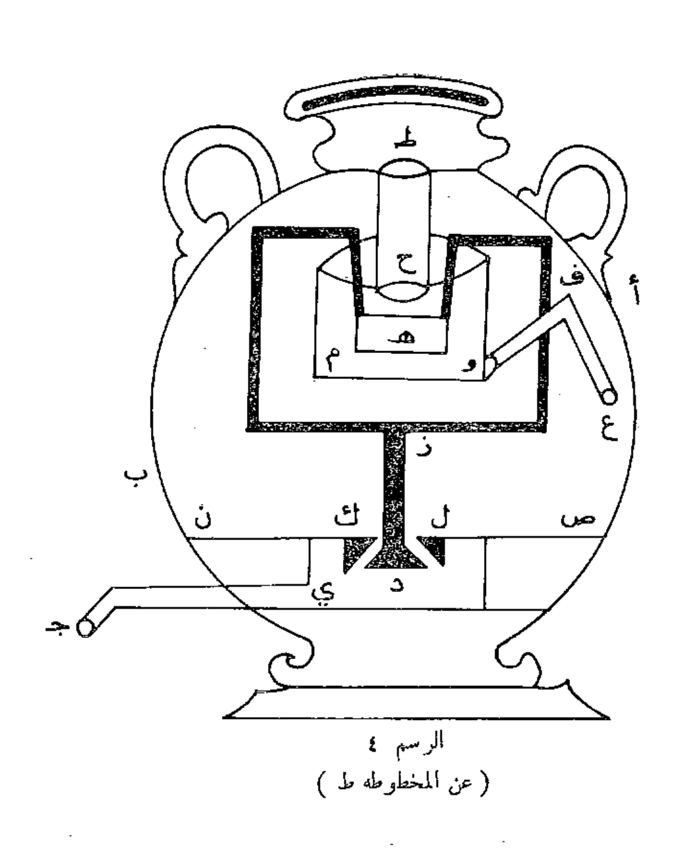
(٢٢) ف : وينفتح

(٢٣) ف : د

(٢٤) ب : ج س ى

(٢٥) ب : العبارة غير واردة

(٢٦) ف،ب : < الحوض الذي عليه فو م >



الرسم ٤
(عن المخطوطه ط)

ملاحظـــات

(١) يوجد خطأ في الرسم الوارد في مخطوطة برلين فالسيفون و ف ع استعيض عنه خطـــأ بانبوب افقي في ارضية الحوض و م .

(٢) الوصف الوارد في النص واضح ولا يحتاج الى مزيد من التفسير .

(٣) يوجد حد اعلى وحد ادنى لكمية الماء التي يمكن صبهـــا . الكمية الدنيا يجب ان تكفي لملء الحوض و م حتى يصل المـــاء الى اعلى السيفون و ف ع . والحد الاقصى هـــو ان لا تمتلىء الجرة ويرتفع منسوب الماء فيها الى درجة تعيق تفريغ الحوض و م وبالتالي تمنع العوامة هـ من الهبوط .

الشكل الخامس (ه) 10 R (T)

نريد أن < نبين كيف نعمل تماثيل >[1] من الوحش يصب < لهـا الما في جامات يكون فيها فلا تشرب >[2] منه[3] ومعها تمثال اسد فاذا < صب للاسـد الما >[4] في جامه[5] < يشرب وتشرب الوحوش كلها >[6] من الما الذي في جاماتها فمتى انقطع شرب الاسد لايشرب الوحش فان شرب الاسد ثانية[7] < شربت الوحوش معه >[8] وهكذا لا يزال . < مثال ذلك >[9] :

فنعمل لذلك قاعـدة < شبيهة بالصندوق >[10] عليها اب ونركب عليها جامات عليها رسوم ج . ونجعل || حروف الجامات ملصقة بسطح قاعـدة 10 V (T)
اب ، ونعمل انبوب ده[11] ويكون غلظه قـدر اصبع ونلصق طرفه الذي عليه ه بسطح قاعدة اب من تحت ونعمل ايضا على طرف د باباً مطحونا عليه و [12] شبيها بالذي عملنا قبل هذا[13] ويكون انفتاحه الى فوق ونخرج مـن

---

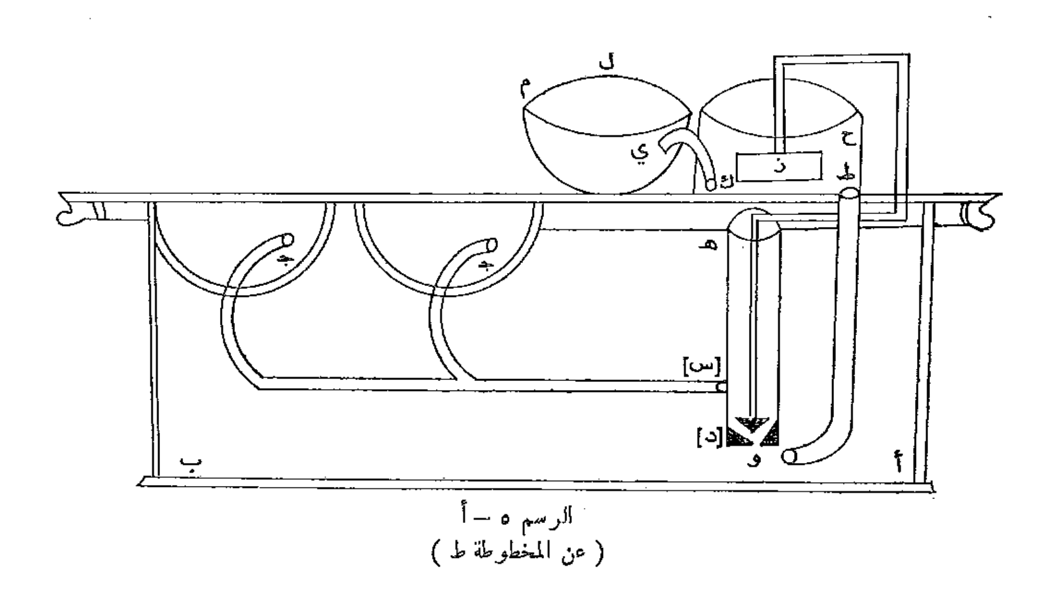
(١) ف : < نعمل تماثيل > ط : < نعمل تماثيلا >
(٢) ب : < في الجامة يشرب >
(٣) ط ، ب : تنقص منه
(٤) ب : < صب الما للاسد >
(٥) ف ، ب : الجامة
(٦) ط : < شربت الوحوش كلها > ف : < يشرب وتشرب الوحش كلها >
(٧) ب : تنقص < ثانية >
(٨) ف : < شرب الوحش معه > ب : < شربت الوحوش >
(٩) ط : تنقص < مثال ذلك >
(١٠) ط : تنقص < شبيه بالصندوق > ب : < مشبهة بالصندوق >
(١١) ط : كه
(١٢) ب : هى و
(١٣) ب : < هذا عليه > ف : < هذا عليه و >

طبقه(١٤) عموداً ينفذ في(١٥) سطح قاعدة اب ويلصق بدبة ز ؛ ودبة ز في حوض صغير عليه ح ط . < ويكون أسفل الحوض ، على سطح قاعدة اب الأعلى ، جام يكون أسفله مع سطح قاعدة اب ملصق به عليه لم >(١٦) . ونثقب في اسفل الحوض ثقباً ضيقاً عليه ط يصب إلى قاعدة اب ، وليكن اذا صب الما في حوض ح ط يفيض من حرف(١٧) ح إلى قاعدة اب . ونعمل انبوب يك يكون طرفه الذي عليه ك < يصب في حوض >(١٨) ح ط ، وطرف ي ملصق في فم الاسد . وليكن حوض ح ط في(١٩) جوف الاسد كيما يكون مستوراً لا يرى . ونخرج من انبوب د ه(٢٠) من < موضع س >(٢١) انابيباً عليها س ج (٢٢) (٢٣) ونجعل اطرافها التي عليها رسوم ج مع اسفل الجامات ملصقة في افواه الوحوش(٢٤) . فقد تبين مما وصفنا ان الما اذا صب للوحش في جاماتها ومليت(٢٥) لا تشرب الما(٢٦) لأن الباب(٢٧) المطحون الذي عليه و مطبق ولا سبيل للما ان يخرج الى قاعدة اب ، فعند ذلك يخيل للذي يرى الوحش انها قد امتنعت من الشرب . فاذا صب للاسد الما في جام

---

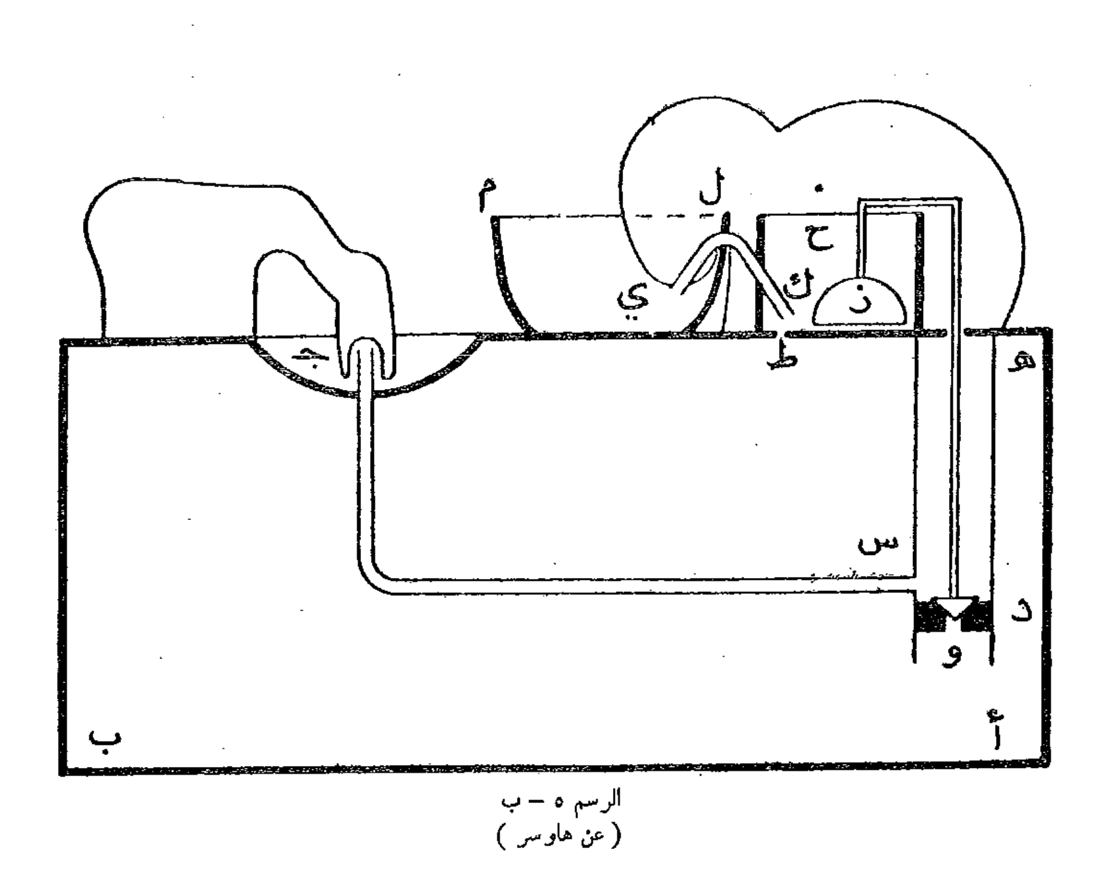
(١٤) ط : طرفه
(١٥) ط : تنقص في
(١٦) ف،ب : < ويكون اسفل الحوض مع سطح قاعدة اب ملصق به >
(١٧) ط : حوف ب : حوظ
(١٨) ف : < في ثقب في اسفل حوض >
(١٩) ف : مستوياً في
(٢٠) ط : ك ه ، وفي سائر النص وعلى الرسم استخدم الرمز ك بدلا من د
(٢١) ط،ب : < طرف د >
(٢٢) ب : د ط : ك
(٢٣) وردت في كافة المخطوطات الثلاثة عبارة غير مستقيمة ط : < ورسوم ج تمر في داخل الوحش >
ف : < تمر في داخل الوحش > ب : < ورسوم ح تمر في داخل الونحش >
(٢٤) ف : الوحش
(٢٥) ب : وطيب
(٢٦) ط : تنقص الما
(٢٧) ب،ف : باب

لمَ حتّى يعلو(٢٨) انبوب يلَ كَ(٢٩) ‖ المنعطف < في جوف الاسد فانه يسيل في 11 R (T)
حوض >(٣٠) حـ طَ فيخيل لمن يرى الاسد انه يشرب وبنزول الما الى حوض حـ طَ ترتفع دبة زَ وتفتح طبق الباب الذي عليه وَ وتصب انابيب جـ سَ(٣١) في قاعدة ا بَ ويخيل لمن يرى الوحش انها قد شربت مع شرب الاسد فاذا انقطع شرب الاسد تفرغ حوض حـ طَ من ثقب طَ وتنزل دبة زَ ويطبق باب وَ فلا تصب انابيب جـ سَ(٣٢) شيئاً ويقف الما الذي في الجامات فيخيل لمن يرى الوحش انها قد امتنعت من الشرب مع امتناع الاسد. وذلك ما اردنا ان نبين.



الرسم ٥ – أ
(عن المخطوطة ط)

(٢٨) ب : يعلق — ف : يعلوه
(٢٩) ب : تنقص : يلَ كَ — ف : يطَ
(٣٠) ف : العبارة الاصلية مشطوبة وكتبت بدلا عنها العبارة : < الذي في حلق الاسد ويصبه الى حوض حطَ >
(٣١) ب : جـ دَ — ط : جـ كَ
(٣٢) ب : جـ دَ — ط : جـ كَ



الرسم ه — ب
(عن هاوسر)

ملاحظــات

(١) باستخدام المخطوطات الثلاثة (ط ، ف ، ب) امكن تفادي تكرار الحرف كَ ثلاث مرات كما هو الحال في المخطوطة (ط) . ويبدو ان ناسخ المخطوطــة (ط) عند نقله للحرف دَ (كما كان يُكتب بالحروف الكوفية) ظنه خطأً الحرف كَ . وهذا الخطأ لا يرد في المخطوطه (ف) كما انه لا يرد في المخطوطة (ب) . وفي حين ان المخطوطة (ب) استخدمت في النص الحرف دَ لموقع الانبــوب الممتد والمتفرع الى الجامات إلا ان المخطوطة (ف) استخدمت الحرف سَ لنقطة اتصال هــذا الانبوب بالانبوب الصــاعد هـ دَ . ومن الطريف ان نلاحظ بان الرسم في المخطوطــة (ب) (خلافاً للنص) وضع الحرف سَ ايضاً . ففي رسم المخطوطه (ب) نجد ان الانبوب هو سَ جَ وكذلك الحــال في رسم المخطوطة (ف) . لذلك تم التحقيق باســتخدام الحرف س بدلاً من كَ أو دَ بالنسبة لطرف الانبوب سَ جَ .

(٢) لم يلحظ رســما المخطوطتين (ف) و (ب) صور الحيوانات كمــا هو الحال في المخطوطة (ط) .

(٣) رسم المخطوطة (ط) هو الأصح بين الرسوم الثلاثة .

(٤) عندما تكون الجامات فارغة تكون العوامة (الدبة) زَ في اسفل الحوض حَ طَ ويكون الصمام (الباب المطحون) وَ مقفلاً (منطبقاً) وعندما تمتلىء الجامتان جَ جَ فان المــاء يبقى فيهما . وطريق الماء الى القاعدة (او الصندوق) اَبَ هو جَ ــ سَ ــ وَ ولكن هذا الطريق مسدود بالطبق (اي سدادة الصمام) وَ . وعندما نصب الماء في الجامــة (او الوعاء) لَ مَ فان الماء يتفرغ بالسيفون يَ كَ الى الحوض حَ طَ ، وترتفع العوامــة زَ وينفتح الصمام (او الباب المطحون) وَ . وتسيل محتويات الوعائين (او الجامتين) جَ جَ من خلال الباب او الصمام وَ الى القاعدة او الصندوق اَبَ . وهنا لا بد من ان نذكر بان كلا من النهايتين جَ تنتهي في فم احد الحيوانات . وتشكل نهاية الانبوب عنــد جَ مع فم الحيوان نوعاً من السيفون المتمركز (انظر الرسم ٥ ــ ب ، وكذلك فصل المبادىء والوسائل) . وبذلك يتم تفريغ كل من الجامتين جَ جَ بفعل هذا السيفون . كما ان الحوض حَ طَ يفرغ محتوياته الى القاعدة اَبَ . من خلال الثقب طَ . والانبوب طَ وَ المبين في الرسم ٥ ــ أ ، غير ضروري . وهو غير موجود في الرسم ٥ ــ ب ، المعــدل عنه . ويجب ان يكون الثقب طَ ضيقاً كما هو وارد في النص وإلا لتعــذر تجمّع المــاء في الحوض حَ طَ .

11 R (T)

الشكل السادس (و)

نريد ان نعمل تمثال ثور اذا قدمت اليه اجانة(١) فيها ما يشربه ويسمع له(٢) صوت وضجة حتى يظن من يراه أنه < قد كان عطشاناً >(٣) (٤).

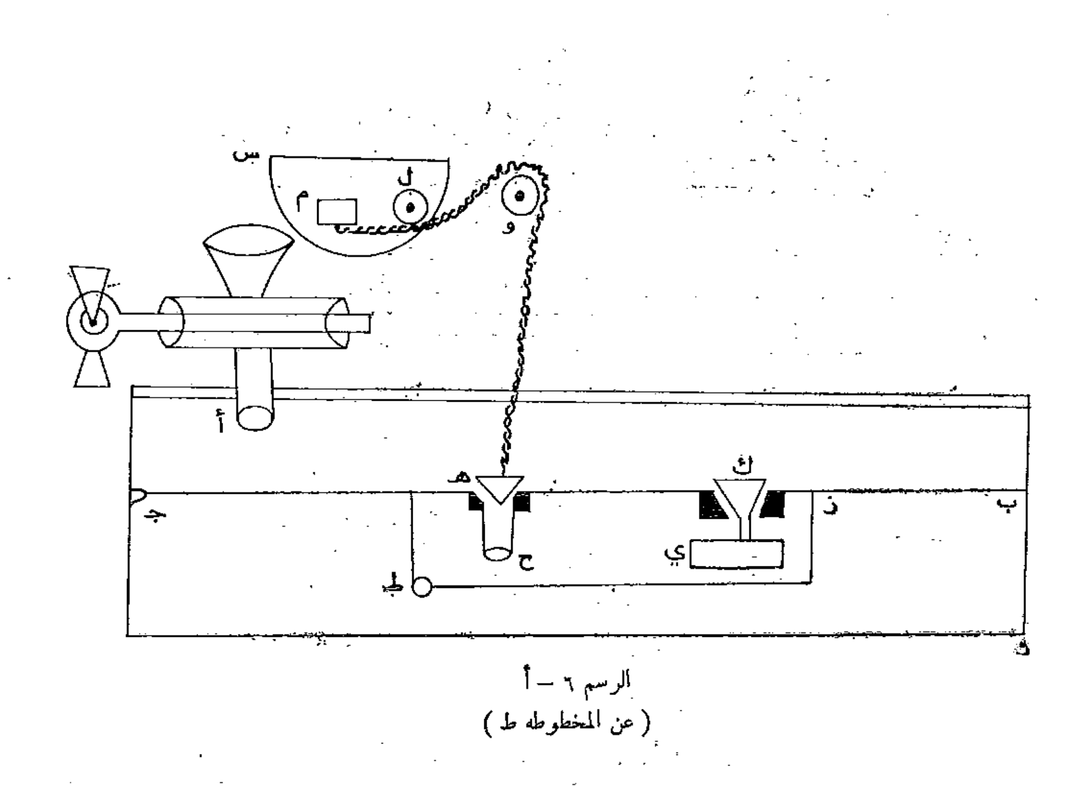
فنعمل لذلك قاعدة شبيهة بالصندوق محكمة(٥) كيما لا يدخلها الهوا(٦) عليها اب جد ويقطع ارتفاعها بنصفين بسطح جب ونخرج من سطح جب انبوب هح يصب في حوض في قاعدة جب ‖ عليه(٧) زط وليكن في اسفله 11 V (T) ثقب صغير عند نقطة ط ونعمل في حوض زط دبة عليها ي ونخرج منها عموداً يلصق بطبق باب مطحون(٨) ينفتح الى فوق عليه ك ونلصقه(٩) على سطح جب ونلصق ايضا على طرف ه من انبوب هح في سطح جب(١٠) باباً ينفتح ايضاً إلى فوق عليه ه(١١) ونخرج من طبقه(١٢) سلسلة تمر في يد الثور القايم على قاعدة اب(١٣) وتجري على بكرة في جوفه عليها و ونمد

(١) ب : انجانه — ط : جامة
(٢) ف، ب : له — ط : منه
(٣) ف، ب : < قد كان عطشاناً > — ط : < كان عطشان >
(٤) ف، ب : تزيد مثال ذلك
(٥) ب : غير واردة
(٦) ب : غير واردة
(٧) ف، ب : عليها
(٨) ط، ب : تنقصان مطحون
(٩) ط : ويلصق — ب : ويلصقه
(١٠) ط : حب
(١١) ب : غير واردة
(١٢) ط : كتفه
(١٣) ف، ب : اد

ايضا السلسلة الى[١٤] بكرة اخرى لتجري عليها في داخل خطم الثور عليها ل ونعلق طرف السلسلة بدبة في خطم الثور عليها م . ونصب الما[١٥] في قاعدة اب[١٦] من بشيون[١٧] محكم عليه آ ويغلق حتى لا يدخل منه الهوا الى قاعدة اب . فقد تبين مما وصفنا انه اذا قدمت اجانه لس[١٨] وهي مملوة ما الى الثور ليشرب ويغمس خطمه فيها حتى يغيب شدقه في الما ترتفع دبه م وتجذب الساسلة التي تجرى[١٩] على بكرتي[٢٠] لو وينفتح طبق باب[٢١] هـ ويسيل الما الى[٢٢] قاعده جب[٢٣] في حوض ز ط وترتفع دبة ي وينفتح ايضا باب ك حتى ينزل الما < بقوة وكثرة >[٢٤] من قاعدة اب الى قاعدة جد ويخرج الهوا من ثقب ج . ومن أجل أن قاعدة اب اذا نزل منها[٢٥] الما احتاج < الى شي يخلفه فبالاضطرار ينجذب >[٢٦] الما الذى في إجانة[٢٧] لس[٢٨] ويجري في داخل الثور وينزل في[٢٩] يده الى قاعدة اب . وينبغي ان نعمل في هذا المجرى[٣٠] || الذي في داخل الثور شبه الدرج ليكون الما اذا 12 R (T)

(١٤) ب : أيضاً الى
(١٥) ب : الما أيضا
(١٦) ب : تزيد كلمة الاعلا
(١٧) ب : بشوب
(١٨) ف : ن س ب : سز
(١٩) ف : تخرج
(٢٠) ب : بكرة
(٢١) ب : غير واردة
(٢٢) ب : من
(٢٣) ب : جد
(٢٤) ط : بفوره وكثرته ب : بقوة وكثر
(٢٥) ب : بها
(٢٦) ب : < الى محلقه الاضطرار يتحدر >
(٢٧) ب : اجابة
(٢٨) ف : زس ب : ل م
(٢٩) ط : من
(٣٠) ب : غير واردة

جرى عليها يتعـــثر بها ويسمع منه[٣١] ضجـــة وصوت ويوهم من رآه[٣٢] أنه كان عطشانا . وذلك ما اردنا ان نبين .



الرسم ٦ – أ
(عن المخطوطه ط)

(٣١) ب : غير واردة
(٣٢) ف،ب : يراه

الرسم ٦ — ب
(عن المخطوطه ف)

ملاحظـــات

هناك عدة نواقص واخطاء تستحق الذكر :

(١) الثقب جَ المذكور في الجزء الاخير من النص (وليس في الجزء الاول اثناء وصف تركيب الجهاز) يهدف الى خروج الهواء من الحوض زَ طَ . لذلك يجب ان يكـــون الثقب واقعاً في الجدار الرأسي للقسم السفلى من القاعدة وليس في السطح جَ بَ كمـــا يجب ان يتوفر ايضا ثقب مماثل في الجدار الرأسي للحوض زَ طَ . وهذا الخطأ مشترك بين رسوم جميع المخطوطات .

(٢) يجب ان يكون قطر ثقب الباب كَ اكبر من قطر ثقب الباب هَ .

(٣) نجد ان الشرح غير واضح تماماً ، وخاصة بالنسبة للرسم الوارد مع المخطوطة (ط) . ولذلك اضيف رسم ثان ماخوذ عن المخطوطه (ف) . والرسم ٦ — ب مطابق لرسم المخطوطه (ف) الا انه اضيفت الى هذا الرسم السلسلة على شكل خط متقطع . وهناك ملاحظة على الرسم تقول بان السلسلة تقع في داخل الانبوب . كما ان هناك ملاحظـــة اخرى تقول « ها هنا الانبوب وعليه يكون الباب المطحون » . اما في المخطوطه (ط) فنجد ان الرسم يبين الانبوب حَ هَ متجهاً الى الاســـفل بدءا من النقطة هَ وفي رســـم المخطوطه (ف) نجد الحرف حَ مكتوباً في اسفل الحوض زَ طَ . وربما كان الهدف من الانبوب هو ان يكون دليلاً للسلسلة حتى يعود ذكر الباب المطحون الى مقعده تماماً .

(٤) الهدف من الباب هَ هو ان يكون بمثابة صمام مسبب لعمل الآلية أي محرض لها عـــلى بدء العمل . وهو يهدف الى فتح الصمام الواسع كَ حتى يهبط الماء بسرعة من القســـم العلوي من القاعدة الى الحوض زَ طَ وبذلك يتولد ضغط سلبي يسحب الماء من الاجانة لَ سَ . وبعد هذه العملية يسيل الماء ببطء من الثقب طَ ويمكن تفريغه بواسطه ســـكر (فثيون) آخر في اسفل القاعدة .

(٥) من الجدير بالملاحظة ان موقع البابين المطحونين هَ و كَ في المخطوطه ف منعكس عن موقعهما في المخطوطه (ط) .

12 R (T)

الشكل السابع (ز)

نريد < ان نعمل >(١) حوضاً نصب فيه جرة من < الما فيشرب منها عشرون >(٢) دابة او اكثر < ولا ينقص الما >(٣) من الحوض فان(٤) قرب < اليه ثور >(٥) فشرب منه يفنا كل شي في الحوض < ولو قدم اول الدواب >(٦) . فنعمل لذلك بيتاً كبيرا عليه ا ب ج ونحكمه حتى لا يدخله الهوا ، ونعمل في اسفله من خارج البيت عند نقطة ج باباً مطحوناً عليه ج يكون فتحه الى اسفل كما عملنا في الشكل(٧) الرابع ونعمل<حوض مقدر>(٨) مغطا عليه هو ويكون له عنق دقيق عليه ه ص . ويخرج من اعلا البيت الذي عليه ا ب ج من نقطة ا (٩) انبوب ا د يدخل في عنق(١٠) ه ص < ويكون اسفل من اصل >(١١) العنق بقدر اصبع ونعمل في حوض هو أنبوباً || واسعا عليه ز ح < ونلصقه باسفله > (١٢) ونخرج من انبوب ز ح 12 V (T)
انبوباً دقيقاً ينعطف الي اسفل عليه ح ط ونجعل < على طرف >(١٣) ط باباً

---

(١) ب : < ان نبين كيف نعمل >
(٢) ف : < ما فيشرب منه عشرين > — ب : < ما يشرب منه عشرون >
(٣) ف : < لم ينقص الما > — ب : < يقبل الما >
(٤) ف : فاذا
(٥) ب : < اليه حوض ثور >
(٦) ف : < ولو قدم الثور في اول > — ب : العبارة ناقصة
(٧) ب : غير واردة
(٨) ف ، ب : حوضاً مقتدراً — ط : مقتدر
(٩) ب : غير واردة
(١٠) ط : عمق
(١١) ف : < ويكون من اسفل من اصل > — ب : < ويكون اسفل من اسفل أصل >
(١٢) ف : < ونلزمه باسفله يعني الحوض > — ب : < وتلزمه ما سفله >
(١٣) ف : < على طرفه الذي عليه >

مطحوناً ينفتح الى داخل حوض هو وليكن فتحه الى فوق ونعمل في داخل انبــوب زح دبة عليها ى ويخرج منها قضيب يرتفــع فوق رأس انبــوب حز وينعطف الى الباب الذي عليـه ط < فيلصق بطبقه >(١٤) ونعمل أيضا في حوض(١٥) هو انبوبا كالذي عملنا في الكاس ، على الداخــل كل وعلى الخــارج من وليكن طرف ك من انبــوب كل يخرج من(١٦) حوض هو ويصب في(١٧) حوض صغير عليه سع وفي اسفل الحوض ثقب صغير عند ع . وليكن طرف انبــوب كل الذي عليه ل أرفــع من طرف انبــوب < حز الذي عليه ز ونجعل أيضاً طرف ز أرفــع من طرف انبوب >(١٨) اد الذي عليه د ونعمــل في حوض عس دبه عليها ف ونخرج منها قضيبــاً يرتفع الى طرف(١٩) عنق هص ثم ينعطف الى داخل العنق وينزل في حوض هو(٢٠) ونلصق طرفه على طبق باب ج . ونعمــل حوضا عليه قر < يكون بقدر >(٢١) ما يدخل فيه فم(٢٢) الدابه ونجعل < ارتفاع طرف >(٢٣) ق مساويا لارتفاع طرف ص من عنق هص ونخرج من اسفل حوض قر من نقطة ر < انبوباً الى اســفل انبوب زح >(٢٤) عليه رش . ونعمل في بيت اب ج (٢٥)انبوبي الكاس على الداخــل جث(٢٦) وعلى الخارج ذخ ونجعــل

---

(١٤) ف : وليلتصق بطرفه
(١٥) ط : جوف
(١٦) ف : من اسفل
(١٧) ف ،ب: الى
(١٨) ط ،ب : تنقص هذه العبارة < حز الذي عليه ز ...... من طرف انبوب >
(١٩) ب : غير واردة
(٢٠) ب : ص و
(٢١) ف : تكون سعته بقدر
(٢٢) ب : في
(٢٣) ب : طرف ارتفاع
(٢٤) ف : < انبوب يصل وينفذ من اسفل انبوب مط في موضع ش >
(٢٥) ط : اج
(٢٦) ف : خث

طرف ثَ في أعلى البيت اسفل من نقطة آ وطرف جَ ملصق في باب جَ . ‖

2 R (T) فقــد تبين مما وصفنا ان الما اذا صب في بيت اب ج من بشيون[٢٧] بَ الذي في اعلى البيت وبلغ المـا نقطة ثَ فانه يخرج في انبـوب ث ج من باب جَ الى حوض هو ثم نغلق البثيون الذي عليه بَ[٢٨] حتى لا يدخل منه الهــوا الى البيت فاذا بلغ الما في[٢٩] حوض هو[٣٠] الى طرف دَ من انبوب دا < لايخرج من بيت اب ج شـى من المـا لان الهــوا الذي كان يخلفه من انبــوب >[٣١] دا قد ســـده الما فمتى صب في حوض قر جرة ما خرج من[٣٢] انبـوب ر ش الى انبوب ح ز وترتفع دبة[٣٣] يَ وتفتح طبق الباب الذي عليه طَ ويدخـل المـا من باب طَ ويشترك مع المـا الذي في حوض ه و فاذا قرب من حوض قر الدواب < واحد بعد >[٣٤] واحـد فانها تشرب والحوض لا ينقص ماوه عن نقطة تَ التي هي بارتفـــاع نقطة دَ لانه اذا استقل الما عن نقطة < تَ في حوض قر >[٣٥] ينكشف طرف دَ من انبوب آد ويدخـل الهـوا الى بيـــت اب ج ويخرج منه الما الى حوض هو ويخرج من حوض هو < في باب >[٣٦] طَ الى انبــوب ز ح[٣٧] ويمـر في انبــوب ر ش ويرتفع في حـــوض قر[٣٨] حتى يبلغ نقطــة تَ فلذلك لا ينقص الما عن[٣٩] نقطة تَ في حوض قر فمتى

---

(٢٧) ب : ثلثون
(٢٨) ف : ب
(٢٩) ف،ب : غير واردة
(٣٠) ب : ه ص
(٣١) ف،ب : تنقص العبارة < لا يخرج ...... من انبوب >
(٣٢) ف،ب : في
(٣٣) ب : غير واردة
(٣٤) ب : واحد من بعد
(٣٥) ب : بَ في حوض ر ه
(٣٦) ب : في انبوب باب
(٣٧) ف : طج
(٣٨) ف : ز و
(٣٩) ب : من

قدم الى هـذا(٤٠) الحوض ثور ليشرب فان الما يرتفع عن نقطة ت ويقارب طرف الحوض الذي عليه ق لان فم الثور عظيم وهو يغمسه في الما(٤١) غمساً كثيراً وينفخ(٤٢) أيضا في الما فلذلك يرتفع الما الى نقطة ق || ويعلو ايضا في 2 V (T) حوض هو فوق(٤٣) نقطة ل ويأخـذ انبوب ل ك الما ويصبه في حوض سع فترتفع دبة ف وتطبق باب ج فـلا يخرج من بيت اب ج من الما شي ويكون انبوب ل ك(٤٤) يفرغ كل ما في حوض هو ويفنا ايضـا ما في حوض(٤٥) قر وما(٤٦) في انبـوب زح . ثم بعـد ذلك يفنا ما في حوض عس وتنزل(٤٧) دبة ف وتفتح بنزولها باب ج ويعود الأمر < كما كان >(٤٨) . فاذا صب جرة اخرى في حوض قر فان الما يصير الى نقطة ت < فتشرب الدواب واحداً بعد آخر ولا ينقص >(٤٩) فمتى شرب الثور يفنى(٥٠) الما الذي في حوض قر كما تبين(٥١) . < وذلك ما اردنا ان نبين > . (٥٢) وقد تبين انه ان شربت منه ثلاثة دواب او زيادة مرة واحدة يفنا ما فيه < فاعلم ذلك > . (٥٣)

---

(٤٠) ب : غير واردة

(٤١) ب : الاناء

(٤٢) ف ، ب : وينفتح

(٤٣) ب : ويرتفع

(٤٤) ف : ل ط

(٤٥) ب : غير واردة

(٤٦) ب : غير واردة

(٤٧) ف : < من ثقب ع وتنزل >

(٤٨) ف : < كما كان اولا > ب : < كان صب >

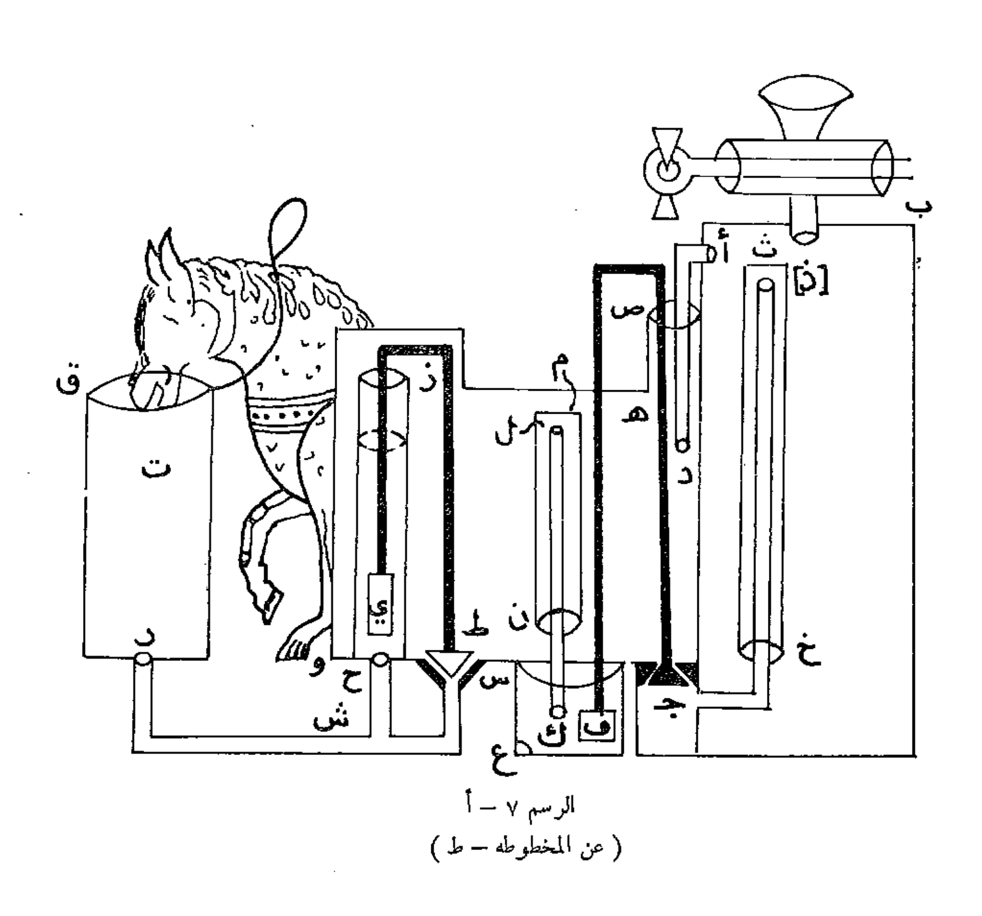
(٤٩) ف ، ب : < فتشرب الدواب منه واحداً بعد واحد ولا ينقص منه شى > ط : < فتشرب الدواب واحد بعد آخر ولا ينقص >

(٥٠) ف ، ب : يفنى ط : نقص

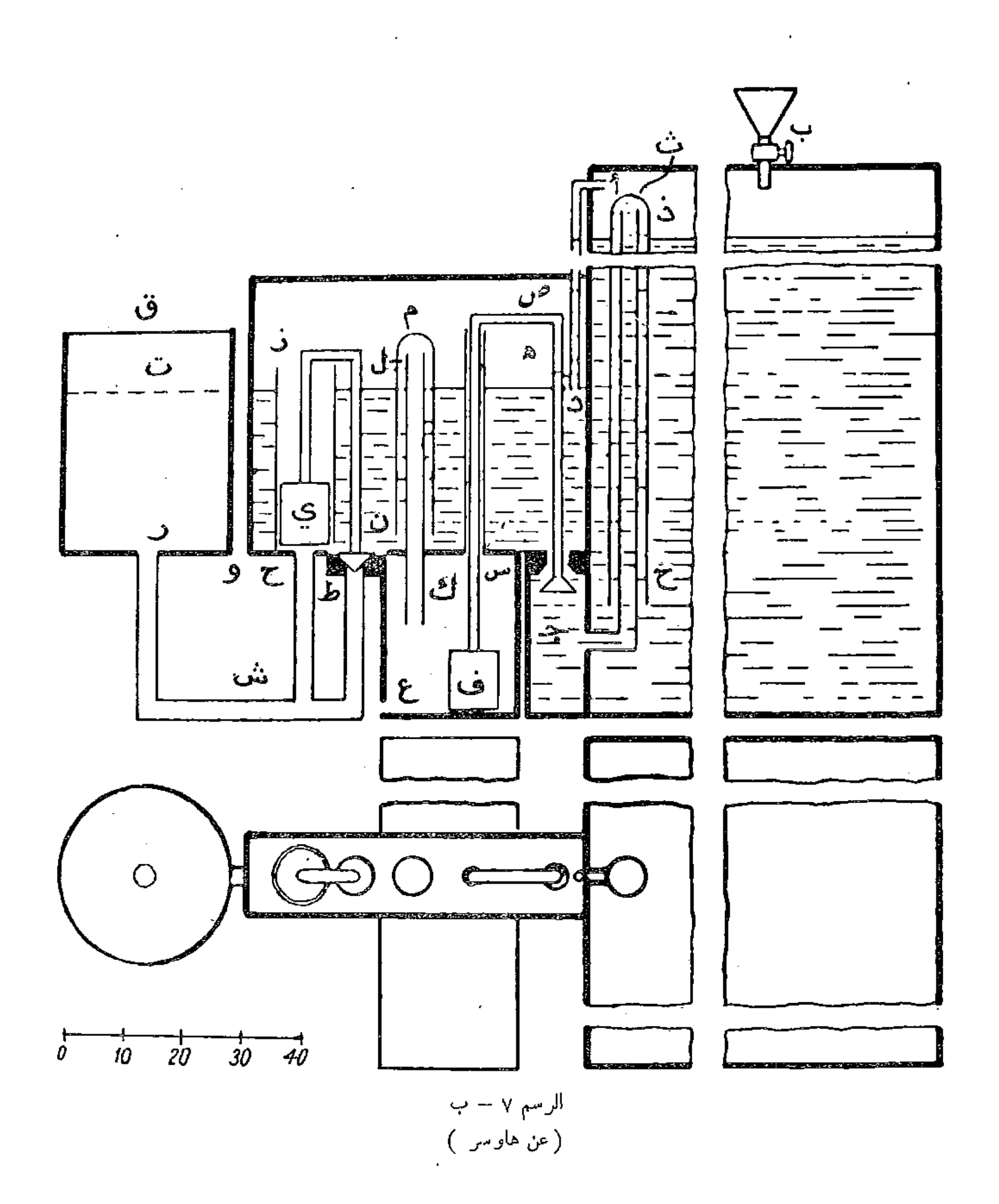
(٥١) ف : تبين آنفا

(٥٢) ف ، ب : هذه العبارة غير واردة

(٥٣) ف ، ب : < وذلك ما اردنا ان نبين >



الرسم ٧ — أ
(عن المخطوطه — ط)



الرسم ٧ — ب
(عن هاوسر)

ملاحظـــات

(١) يوجـــد نقص في رســـم مخطوطة برلين كما توجد اخطاء في رسم مخطوطة الفاتيكان بالاضافة الى اخطاء ونواقص في الحروف . والرسم الوارد في مخطوطة طوبقابي هو الافضل .

(٢) ومع ذلك فان منسوب الطرف زَ للانبوب حَ زَ يجب ان يكون اقل مما ورد في مخطوطة طوبقابي . ويجب ان يكون هذا المنسوب متوسطاً بين منسوبي النقطتين لَ و دَ كما هو موضح في النص . وفي الرسم ٧ ـ أ ، أشير الى ذلك بالخط المنقط على الانبوب حَ زَ . وكذلك في الرسم ٧ ـ ب المأخوذ عن هاوسر .

(٣) من اجل منع تسرب الماء من الحوض هو الى الحوض سع من خلال الثقب المسبب عن اختراق قضيب العوامة فَ لارض الحوض هو (متجهاً نحو الباب المطحـــون) لا بد من تزويد القضيب بقميص (اسطوانة) تحيط به وتلحم بأرض الحوض هو ويرتفع القميص الى الاعلى حتى نقطة انعطاف القضيب . وهذا القميص مبين في الرسم (٧ ـ ب) .

(٤) هناك علاقة معينة بين حجمي كل من الحوضين قر و هو . فعندما يضع الثور فمه في الحوض قر فان الماء يرتفـــع من العلامة تَ الى حافة الحوض قر ، وفي نفســـس الوقت يجب أن يؤدي ذلك الى ارتفاع سطح الماء في الحوض هو بحيث يصل الماء الى راس الانبوب لك لكي يتفرغ منه الى الحوض سع . وبما أن الحوض قر لايمكن ان يكون كبيراً (لاننا نصب فيه جرة واحدة من الماء) ، فان الحوض هو يجب ان يكون بالتالي ضيقاً وطويلاً للسبب الذي اشرنا اليه . اما الحوض ا ب جـ فيمكـــن ان يكون باي حجم نريد .

(٥) يبين الرسم ٧ ـ ب النظام بكامله بعد امتلاء الحوض ا ب جـ بالماء وقبل أن تُصَـــبَّ جرة الماء (حوالي ٢ لتراً) في الحوض قر . كما يبين هذا الرسم القياسات النسبيـــة للاحواض الثلاثة .

الشكل الثامن (ح)

صفة اخرى للابريق[1] الذي اذا صب فيه الما صباً متصلا قبل مايصب فيــه فمتى قطع عنــه الصب ثم اعيــد اليه لم يقبل ما فيه صب . مثال ذلك ابريق ا ب جـ ونلصق على راسه او في بعض عنقه صفيحة كما فعلنا قبل وعليها ا جـ ونثقب في الصفيحة ثقب < عليه د ونخرج منه انبوب متصل بــه >[2] عليه د هـ ، ونركب على طرفه الذي عليه هـ من باب مطحون الانثى وتلصق بالانبوب لصاقا محكما . ولتكن حلقة الباب على مثال ما في الصورة ويكون الذكر من الباب عليه و[3] وليكن تحت هذا الانبوب حوض عليه ز[4] وتحت هذا الحوض دبة عليها ط ولتكن مساحة دبة ط مثل[5] مساحة حوض ز او أقل منه بشي قليل وليكن بين الدبة وحوض ز[6] ايضا[7] قضيب قايمـا[8] ملتصق عليهما جميعا . وليكن في وسط حوض ز ايضا قضيب قايم ملتصق باسفله ، ونلصق على طرف هذا القضيب الذكر من الباب وهو الذي عليه و . ولتكن دبه ط في حوض اخــر عليه س ش وليكن مقدار هــذا الحوض بقدر ما تصعد فيـه دبة ط وتنزل بحركة سهلة وليكن[9] حوض س ش قايم

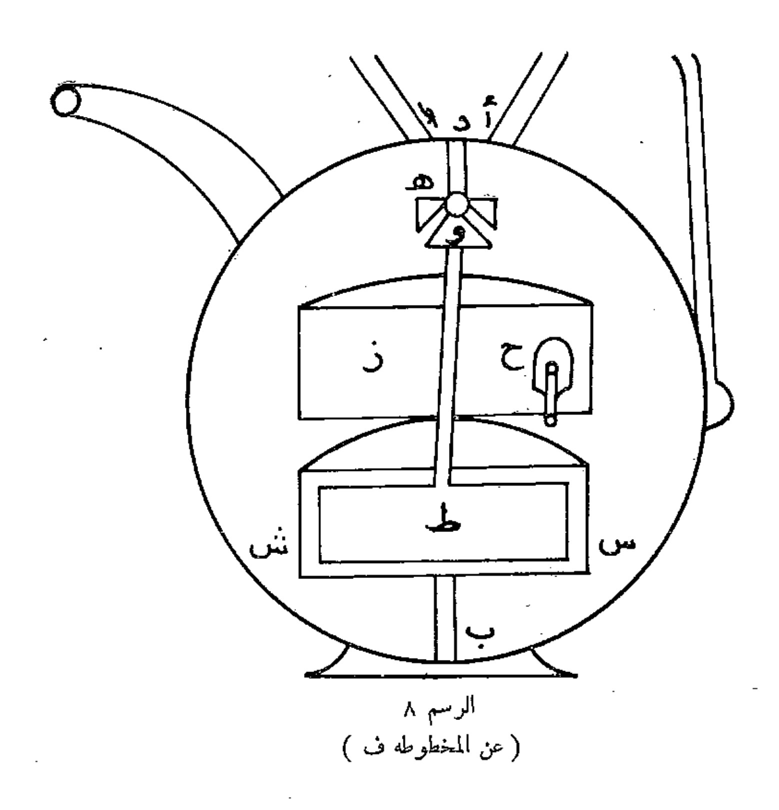
---

(١) ب : الابريق
(٢) ب : غير واردة
(٣) ف،ب : وردت ق وهو تصحيف
(٤) ف : ن وفي نسخة غوتا المنقوله عن ف وردت ز
(٥) ب : غير واردة
(٦) ف،ب : وردت د وهو تصحيف
(٧) ب : غير واردة
(٨) ب : غير واردة ف : قائماً
(٩) ب : غير واردة

على قضيب أحد طرفي القضيب ملصق باسفل الأبريق بموضع ب والطرف الاخر ملتصق باسفل حوض س ش لكي يكون حوض س ش قايماً على هـذا القضيب ثابتا لا يتحرك عن موضعه ويعمل في حوض ز انبوب مثل انبوب الكاس الذي عملناه(١٠) قبلا وعليه ح ،وليكن هذا الانبوب يصب إلى حوض س ش وليكن ارتفاعه بقـدر ارتفـاع حوض ز او قريباً من ذلك . فقـد تبين مما وصفنا ان الما أو غيره من الرطوبات اذا صب في ابريق ا ب ج نزل في انبوب د ه الى حوض ز < فاذا امتلى حوض ز >(١١) انصب المـا في انبوب العـدل الذي عليـه ح الى < حوض س ش >(١٢) وحوض س ش يفيض(١٣) منه الما اذا امتلى الى ابريق ا ب ج فمتى قطع الصب تفرغ كـل شي في حوض ز من الما وارتفعت لذلك دبه ط ورفعت معها حوض ز لانها متصلة به وينطبق < الذكر الذي عليه و على >(١٤) الانثى التي(١٥) عليهـا ه . فمتى صب الانسان مرة ثانية لم ينزل منه شي لان طرف الانبوب الذي عليه ه مسدود . وقد تبين مما وصفنا انه اذا قلب(١٦) الابريق ثم صب فيـه مرة ثانية قبـل(١٧) ايضا لان حوض س ش يتفرغ وتنزل الدبة وتكون كمـا كانت قبل ان يصب فيه شي . وذلك ما اردنا ان نبين .

---

(١٠) ب : وردت عملنا
(١١) ب : غير واردة
(١٢) ب : غير واردة
(١٣) ب : ينقص
(١٤) ب : < الذكر عليه وعلى >
(١٥) اضيفت هذه الكلمة (المحقق)
(١٦) ب : اقلب
(١٧) ب : قال



الرسم ٨
(عن المخطوطه ف)

ملاحظـــات

(١) لا تحتوى المخطوطه طوبقابي على هذا الشكل . وقد اعتمدنا على المخطوطتين الفاتيكان وبرلين .

(٢) يوجد خلاف بسيط بين الرسم ٨ وبين النص . ففي الرسم نرى قضيباً واحداً يمتد من أعلى العوامة طَ ويخترق الحوض زَ الى ذكر الصمام (الباب المطحون) وَ ، في حين ان النص يشير الى وجود قضيبين : احدهما قضيب للصمام وَ ملحوم بالحوض زَ ، وقضيب آخر يصل بين الحوض زَ وبين العوامة طَ . والنص هو الأصح .

6 R (V)

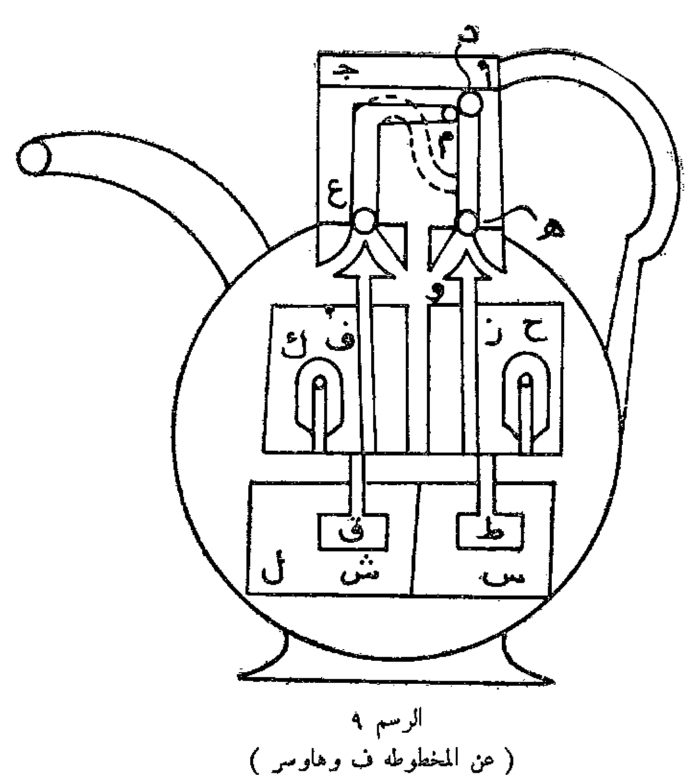
الشكل التاسع (ط)

وإن اردت ان تعمل ابريقا يصب فيه الانسان ثم يقطع الصب ويعيد الصب ثانية فيقبل أيضا فاذا صب مرة ثالثة لم يقبل . فانا نعيد الصورة ونخرج من اسفل انبوب ده من موضع م انبوباً منعطفاً عليه مع ويكون يرتفع الى قرب[1] صفيحة اج[2] ونركب على طرفه الذي عليه ع باب كما فعلنا في الابريق الذي قبل ونركب تحت هذا الباب حوض ودبه وحوض تكون فيه الدبه ونعيد جميع ما فعلناه قبل . فقد تبين انا اذا صببنا الما اول مرة يجري في انبوب ده فاذا قطع الصب ارتفعت دبه ط وحملت طبق الباب الذي عليه و وهو الذكر واطبق الطرف الانبوب الذي عليه ه كما بينا قبل فاذا صب الما مرة ثانية ارتفع < الما الى >[3] الانبوب المنعطف الذي عليه مع فانصب الى الحوض الذي عليه ف[4] وينصب من الذي عليه ف في < الانبوب المنعطف >[5] الذي عليه ك[6] إلى حوض ل فمتى قطع الصب ارتفعت دبة ق[7] وحملت طبق باب ع وسدت طرف الانبوب الذي عليه ع كما تبين قبل . فمتى[8] اعيد الصب مرة ثالثة لم يقبل الابريق شيا . وقد تبين انا ان اردنا ان نعمله[9] ان يقبل ثلاث مرات او اكثر من ذلك ثم يمتنع

---

(١) ب : غير واردة
(٢) ب : اج ف : اب
(٣) ب : الماء مرة ثانية إلى
(٤) ب : و
(٥) هذا خطأ : والمقصود هو كاس العدل (او الانبوب المزدوج المتمركز)
(٦) ب : كا ف : ل
(٧) ب : غير واردة
(٨) ب : حتى اذا
(٩) ب : غير واردة

من القبول بعد ذلك فعلناه على مثال ما وصفنا ويستقيم ان نعمل هذا العمـــل في الاباريق والجرار وغير ذلك . وذلك ما اردنا ان نبين .



الرسم ٩
(عن المخطوطه ف وهاوسر)

ملاحظـــات

(١) لم يرد هذا الشكل في المخطوطة طوبقابي . وقد اعتمدنا على المخطوطتين الفاتيكـــان وبرلين .

(٢) الانبوب مع كما هو مبين في الرسم (٩) يؤدي الى مرور بعض الماء من خلاله عند التعبئه الاولى . لذلك من الضروري ان يصعد هذا الانبوب بصورة منحنية بدءاً من م (كما هو مبين بالانبوب المنقط) .

(٣) نجد في هذا الرسم ان قضيبي الصمامين مستقلان عن القضيبين الواصلين بين الحوضين وبين العوامتين .

(٤) ليس هذا الشكل الا نموذجاً مضاعفاً للشكل الثامن .

6 V (V)

الشكل العاشر (ي)

صنعة اخرى ثالثه للابريق الذي لا يقبل أيضا من طريق آخر ثالث < فنجعل لك مثال >[١] ابريق آك ونغطي راسه بصفيحة آ ونجعل[٢] فيها ثقب يكون منه مصب[٣] الما . ونلصق بهذا الثقب انبوب متصل به عليه[٤] اب ونجعل على طرفه الذي عليه ب انثى من باب مطحون ملتصق بطرف الانبوب . ونلصق من اسفل الابريق قضيب قايم عليه ط و[٥] . ونعمل حوضين احدهما يكون اصبعين في اصبعين < في سمك ثلاثة أصابع أو نحو ذلك وعليه ه ح ويكون الآخر اصبعين في اصبعين >[٦] في سمك أصبعين أو نحو ذلك علي قدر ما يستقيم ويصلح وعليه علامة د ج . ونثقب في اعلى حوض د ج ثقب عليه د وفي وسط حوض[٧] ه ح او اسفل من الوسط قليلا على قدر ما نحتاج اليه ثقب عليه ه ونصل ما بين ثقبي[٨] ه د بانبوب دقيق عليه ه د ونقسم موضع من انبوب ه د على طرف قضيب ط و[٩] الذي عليه و[١٠] ويثبت معه بمحور ويقدر[١١] تقديراً حتى يصير اذا اطلق[١٢] صار

---

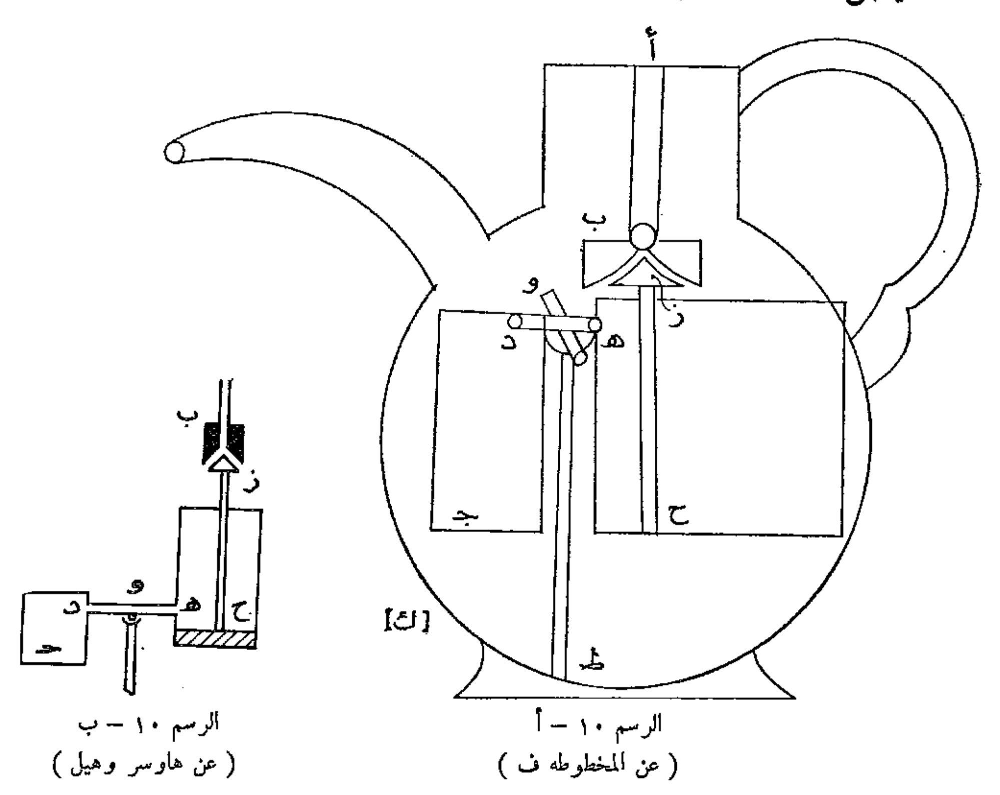
(١) ب : فيحصل لك مثل
(٢) ب : ويحصل
(٣) ب : يصب
(٤) ب : عنق
(٥) ب : ط
(٦) ب : تنقص هذه العبارة
(٧) ب : غير واردة
(٨) ف : نقطتي
(٩) ف،ب : ط ر وهو تصحيف
(١٠) ف،ب : ق وهو تصحيف
(١١) ب : ونقدره
(١٢) ب : اطبق

انبوب هد موازناً بالافق او شبيه بذلك ثم يصير الانبوب بعد ذلك لايمكن ان يرجحن الى ناحية < ه ولكن يكون ممكناً ان يرجحن الى ناحية >[١٣] د ويكون ايضا حوض هح ينصب[١٤] فيه الما الذي يجري[١٥] في انبوب اب ونلصق الذكر من الباب بقضيب عليه زح[١٦] في داخل حوض هح حتى يصير اذا استقل طرف الانبوب الذي عليه د واستقل حوض جد[١٧] يرتفع حوض هح[١٨] ويرتفع معه الباب فينطبق الذكر على الانثى انطباقا محكما فاذا عملنا هذه الاشيا واحكمنا تقديرها حسناً يتبين انه اذا صب الما من راس الابريق يجري في انبوب اب الى حوض هح[١٩] واذا بلغ الما الى[٢٠] ثقب ه يبتدى يجري في انبوب هد الى حوض جد[٢١] وهو في ذلك ايضا يرتفع في حوض هح ولا يزال الما يسيل الى الابريق مع الحوضين جميعا اعني حوض جد[٢٢] وحوض هح فاذا قطع الصب لا يزال الما يجري في انبوب هد الى حوض دج حتى يصير الما من حوض حه[٢٣] الى ثقب ه[٢٤] فاذا بلغ الما الى ثقب[٢٥] ه ، وحوض دج حينئذ ممتلى[٢٦] يستقل حوض دج ويرتفع حوض هح وينطبق الذكر من الباب علي الانثى فان اعيد الصب

---

(١٣) ب : هذه العبارة غير واردة
(١٤) ب : يصب
(١٥) ب : غير واردة
(١٦) ب : دح
(١٧) ف : حـ — ب : حح
(١٨) ب : ح
(١٩) ب : ح
(٢٠) ب : غير واردة
(٢١) ف : حـ — ب : ده ، وهو تصحيف
(٢٢) ب : حف
(٢٣) ف : حـه — ب : حد ، وهو تصحيف
(٢٤) ب : تنقص ه
(٢٥) ب : غير واردة
(٢٦) ب : مثلي

لا[٢٧] يقبل لان الما منطبق[٢٨] . وذلك ما اردنا ان نبين .



الرسم ١٠ — ب
(عن هاوسر وهيل)

الرسم ١٠ — أ
(عن المخطوطه ف)

ملاحظـــات

(١) لم يرد هذا الشكل في المخطوطه طوبقابي . وقد اعتمدنا على المخطوطتين الفاتيكان وبرلين .

(٢) الانبوب د هـ مرسوم خطأ في الرسم ١٠ — أ ، وهو مخالف لما ورد في النص اذ انه يسمح (كما هو في الرسم ١٠ — أ) بمرور القليل من الماء الى الحوض جـ د . والرســـم ١٠ — ب هو اعادة لرسم ما ورد في النص فالثقب هـ قريب من اسفل الحوض ح هـ مما يسمح بتفريغ الماء من هذا الحوض الى الحوض جـ د . كما اضيف الى الشكل عائـــق موضوع تحت الحوض ح هـ (وهو المستطيل المهشر) يمنعه من النزول تحت المســـتوى الافقي .

---

(٢٧) ب : لم

(٢٨) ب : منطبق في ذلك

7 R (V)

الشكل الحادي عشر (يا)

صنعة ابريق اخر على مثال الابريق[١] الذي عمل اولا بالهوا وهو الذي اذا قطع عنه الصب لم يقبل شيا فنريد أن نصيره اذا اعيد اليه الصب ثانية قبل ايضا فان اعيد ثالثة لم يقبل . برهان ذلك انا نعمل في ابريق ا ل[٢] صفيحة مغطاة على راسه كما فعلنا قبل ونثقب في الصفيحة اما ثقب واحد واما عدة ونخرج من الموضع المثقوب انبوباً عليه ا ب ويكون ملصقاً بالصفيحة ونلصق على راسه الذي عليه ب حوض قدر اصبعين في اصبعين في سمك اصبع[٣] واحد وعليه جـ د[٤] ونركب فوق حوض جـ د انبوبين ونلصقهما بحوض جـ د[٥] لصاقاً محكماً ويكون طرفهما[٦] الذي عند هـ ز[٧] مسد ودين ويكون < انبوب د ز[٨] ارفع من انبوب جـ هـ بقدر صالح[٩] وندخل في انبوب جـ هـ >[١٠] انبوبا اضيق منه كما يعمل[١١] بانبوب العدل وعليه هـ ح وليكن ينفذ [في][١٢] حوض جـ د ويمتد[١٣] بمقدار صالح[١٤] ويدخل طرفه الذي عليه ح في

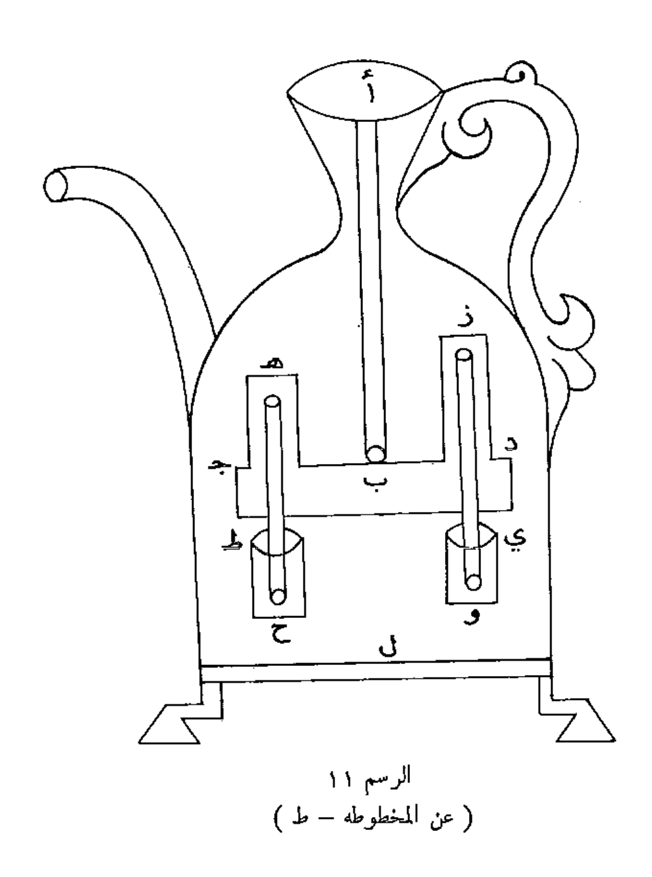
---

(١) ب : غير واردة
(٢) ب : إلى
(٣) ب : اصبعين
(٤) ب : د
(٥) ب : د.
(٦) ب : طرفها
(٧) ب : هـ
(٨) ف : د ن وهو تصحيف
(٩) ف : صلح وهو تصحيف
(١٠) ب : العبارة < انبوب د ز ...... في انبوب جـ هـ > غير واردة
(١١) ب : فعل
(١٢) اضيفت هذه الكلمة (المحقق)
(١٣) عودة النص الى المخطوطه ط صفحة (R - 3).
(١٤) ب،ف : صلح

انبوب اوسع منه عليه ح ط كما فعل في الابريق الذي لا يقبل بعمل الهوا(١٥) ويدخل ايضا في انبوب د ز انبوب و ز ، ويعمل على طرفه الذي عليه و(١٦) انبوب و ي . فقد تبين انه اذا صب في الابريق ما او غيره من الرطوبات ‖ يجري في انبوب ا ب الى حوض جـ د ، ويرتفع في انبوب جـ هـ(١٧) فاذا بلغ الما (V) 7 V موضع نقطة هـ يجري الما في انبوب هـ ح ، ويرتفع في انبوب ح ط وينصب إلى الابريق فلا يزال كذلك ما دام الصب متصل فاذا قطع الصب ثم اعيد ثانية يرتفع ايضاً في حوض جـ د ، ويرتفع في انبوب د ز(١٨) فاذا بلغ الماء موضع ز(١٩) سال في انبوب و ز ، وارتفع في انبوب و ي ، وفاض منه في ابريق < ا ل فمتى قطع الصب ثانية ثم اعيد اليه لم يقبل الابريق شيئا منه >(٢٠) لانه ليس للما مسلك الى داخل الابريق من اجل أ ن(٢١) طرفي انبوبي و ز ح هـ مغرقين في الما الذي هو قايم في انبوبي(٢٢) ح ط و ي . وقد(٢٣) يتبين ايضا < انا إن اردنا >(٢٣) بهذا التدبير أن نصير الابريق(٢٥) يقبل مرة ثالثة او اكثر من ذلك ثم لا يقبل بعد ذلك فعلناه وذلك ما اردنا ان نبين وقد تبين انه متى اقلب الابريق(٢٦) ثم اعيد يعود الأمر كما كان اولا قبل ان يصب فيه شيء < فاعلم ذلك >(٢٧) .

---

(١٥) ب : بالهوا
(١٦) ط : ق
(١٧) ف : ح هـ
(١٨) ف : د ن
(١٩) ف : ن
(٢٠) ب : غير واردة — ف : < ا ل فمتى قطع الصب ثانية ثم اعيد اليه لم يقبل شيأ شي >
(٢١) ب،ف : تنقص (ان)
(٢٢) ب : انبوب
(٢٣) ف،ب : منه
(٢٤) ب : انا اردنا
(٢٥) ط : الانا — ب : غير واردة
(٢٦) ف : < الابريق > مكررة
(٢٧) ط : لم ترد عبارة < فاعلم ذلك >



الرسم ١١
(عن المخطوطه – ط)

ملاحظـــات

(١) الانبوب اب ملحوم جيداً بالحوض جـ د عند النقطة ب بشكل يمنع دخول الهواء .

(٢) المبادىء التي يعمل عليها هذا الشكل هي نفسها التي يعمل بموجبها الشكل (٣) وهي ايضاً مشروحة في مقدمة الكتاب (انظر شرح مبدأ السيفون المتمركز المزدوج اي كأس العدل في المقدمة) .

3 V (T)

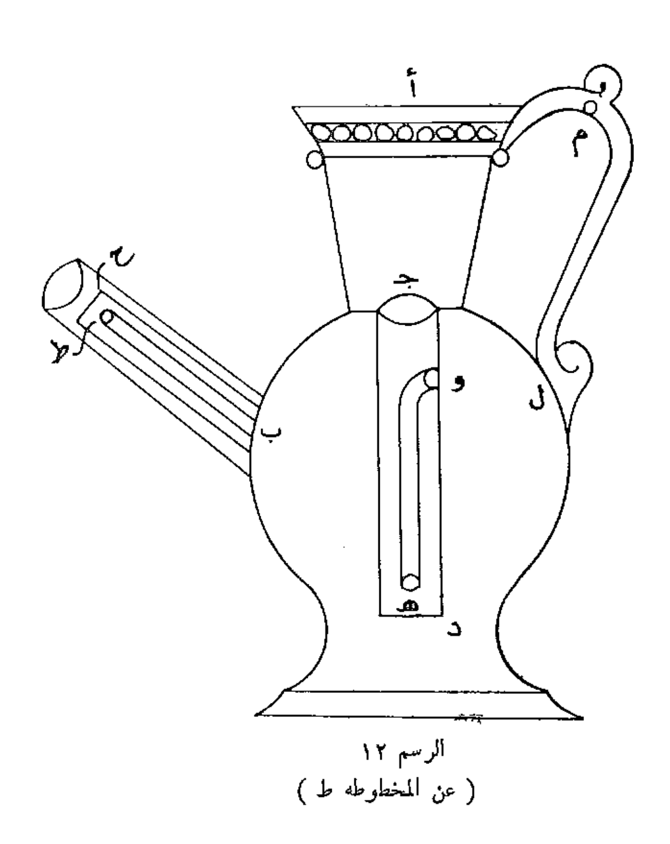
الشكل الثاني عشر (يب)

صنعة(١) ابريق اخر ياخذه الغلام فيوضي به(٢) من أحب ويمنع منه من شا فلا ينصب منه(٣) على يديه شي من الما . ويمكن ان يقدم الخبر في هـذا الابريق فيقول صاحبه انه(٤) انما يوضي المؤمنين ولا يوضي الزنادقة وما أشبه ذلك . (٥) فيحط لذلك ابريق عليه اب ولتكن نقطة آ عند راس الابريق ونقطة بَ عند الثقب الذي يخرج منـه الما(٦) الى البلبلة . ونغطى راس الابريـق بصفيحة مثقبة عليها آ ونلصق ايضا عند أصـل عنق الابريق عند نقطـة جَ صفيحة فيها ثقب واسـع عند نقطة جَ ونلصق على ثقب(٧) جَ انبوب عليه جَ دَ ويكون طرفه الذي عليه دَ مسدوداً وينتهي الى اسفل الابريق أو قريب من اسفله(٨) ويدخل في انبوب جَدَ انبوب ارق منه ويكون أقل منه في الطول بشي يسير عليه هَوَ ونثقب في اعلى انبـوب جَدَ بالقرب من نقطة جَ ثقب ونلصق على هذا الثقب طرف انبوب وَهَ الذي عليه وَ . ونلصق على الثقب الذي عليه بَ انبوب قدر اصبعين طوله او اقل من ذلك عليه بَطَ في داخل البلبلة . ونعمل فوق انبوب بَطَ انبوب أوسـع منه مثل الغلاف في داخـل البلبلة أيضا عليه حَ وليكن طرفه الذي عليه حَ مسدوداً وطرفـه الاخر مفتوح

---

(١) ف : وصنعة
(٢) ف : منه
(٣) ف : غير واردة
(٤) ط : غير واردة
(٥) ف : هذا
(٦) ط : غير واردة
(٧) ف : نقطة
(٨) ف : أسفل الابريق

وليكن عند اسفل عروة الابريق في الموضع الذي نلصق فيه العروة ثقب واسع عليه لَ ونثقب في اعلي العروة عند نقطة مَ ثقب صغير خفي . فاذا صب الما في الابريقجرى اليه في انبوب هوَ فاذا قطع الصب ‖ وأخذه الغلام 4 R (T) يوضي به فاذا ترك ثقب مَ مفتوح سال الما فاذا سد الغلام ثقب(٩) مَ باصبعه لم يخرج الما اذا ميل الابريق من انبوب بطَ الى البلبلة لان الما لا يخرج من الابريق اذا لم يكن للهوا سبيل الى ان يدخل الابريق فيكون في مكان المـا الذي خرج منه وذلك ما اردنا ان نبين .



الرسم ١٢
(عن المخطوطه ط)

(٩) ط : الثقب ثقب

ملاحظـــات

(١) يبدو ان الصفيحة المثقبة عنـــد آ تستخدم كمصفاة وكذلك لحجب الرؤية الى داخـــل الابريق .

(٢) تستخدم في هذا الابريق المبادىء المشروحة في مقدمة الكتاب فالمبدأ (٦) يستخدم هنا لمنع الهواء من دخول الابريق اثناء التعبئه . والمبدأ (٧) يستخدم لمنع الهواء من الدخول اثناء التفريغ من الابريق . ويستخدم المبدأ (٨) من اجـــل ان يتحكم من يستخـــدم الابريق في عملية صب الماء من الابريق : لكي يسمح به او يمنعه .

(٣) يجب استعمال الابريق بحذر لان الميلان الشديد للابريق قـــد يسمح بدخول الهواء من خلال الانبوب جـ د .

4 R (T)

الشكل الثالث عشر (يج)

< نريد >(١) ان نعمل ابريقا يصب فيه ما حار وما بارد من ثقب واحد في راسه ولا يختلطان فاذا اخذه الغلام ليوضي به فان شا ان يصب على انسان ما بارد صب وان شا ان يصب حار صب وان شا ممزوج فعل ذلك ويحسب(٢) القوم اجمعين انهم توضوا بما واحد . فنحط لذلك ابريق امـع وليكن على راسه صفيحة ملصقة وفيها ثقب آ وليكن تحت هذا الثقب حوض شبه أو رصاص يكون ارتفاعه قدر اربعة(٣) اصابع في عرض اصبعين او ثلاثة في طول مثل ذلك او قريب منه(٤) وعلى الحوض علامة بَ ونركب هذا الحوض تحت ثقب آ || لكي اذا صب الما من ثقب راس الابريق يسيل 4 V (T) الى حوض بَ . ونلصق حوض بَ اما بصفيحة آ أو(٥) بعنق الابريق برصاص لكي لا يزول عن موضعه . ونقطع اصل عنق الابريق بصفيحة عليها هوَ ملتصقة بالعنق من جميع النواحي . ونقيم علي صفيحة هوَ في وسطها صفيحة يكون ارتفاعها ما بين اصبعين الى ثلاثة اصابع عليها علامة طَ ونلزقها(٦) معها بالرصاص لكي ينقسم اصل عنق الابريق بقسمين ويكون كل واحد منهما مثل الحوض ونثقب في صفيحة هوَ في أحد(٧) القسمين اللذين

---

(١) ف : < صنعة ابريق اخر نريد >
(٢) ف : حسب
(٣) ف : اربع
(٤) ف : غير واردة
(٥) ف : واما
(٦) ف : وتلصقها
(٧) ف : احدى

فصلتهما[٨] صفيحة ط ثقب عليه هـ وفي الجانب الاخر نثقب ثقبا في الصفيحة عليه و ونقطع الابريق بصفيحة تمر في وسط البلبلة ووسط العروة وعلى الصفيحة عكقش ونثقب في هذه الصفيحة ثقب عليه ق ويكون ثقب واسع ونلصق على هذا الثقب انبوب واسع ينتهي الى قريب من اسفل الابريق عليه قي ويكون طرفه الذي عليه ق مفتوح <الى قسم>[٩] الابريق الاعلى وطرفه الذي عليه ي مسدود لا ينفذ . ونلصق على ثقب و انبوب عليه وز[١٠] يدخل في انبوب قي ويكون طرفه الذي < عند ز >[١١] مسدود لا ينفذ وطرفه الذي عليه و مفتوح الى عنق الابريق . ويكون هذا الانبوب وسط في السعة على قدر غلظ الابهام . ونخرج في داخل انبوب وز[١٢] انبوب اضيق منه عليه ح ز[١٣] ينتهي الى قريب من اعلى انبوب وز[١٤] وينفذ طرفه الذي عليه ح في انبوب وز[١٥] ويلصق عليه ‖ بالرصاص ويكون طرفي انبوب[١٦] 5 R (T)
ح ز[١٧] مفتوحين . ونلصق على ثقب هـ انبوب هل ويكون طرفه الذي عليه هـ مفتوح الى طرف[١٨] عنق الابريق وطرفه الذي عليه ل مسدود وينفذ هذا الانبوب في صفيحة عكقش . ونلصق الانبوب في الموضع الذي ينفذ فيه في الصفيحة برصاص ونثقب تحت الصفيحة في قسم الابريق الاسفل في انبوب هل ثقب عليه ك < ونعمل في انبوب هـ ل انبوباً ارق منه عليه ك ل

---

(٨) ف : فصلناهما من
(٩) ف : الى فم قسم
(١٠) ط ، ف : ود ، وهو تصحيف
(١١) ف : عند علامة د — ط : عند د ، وهو تصحيف
(١٢) ط ، ف : ود ، وهو تصحيف
(١٣) ط ، ف : حد ، وهو تصحيف
(١٤) ط ، ف : ود ، وهو تصحيف
(١٥) ط ، ف : ود ، وهو تصحيف
(١٦) ط : تنقص انبوب
(١٧) ط ، ف : جد ، وهو تصحيف
(١٨) ف : غير واردة

مفتوح الطرفين ونلصق طرفه >[19] الذي عليه كَ على الثقب الذي عليه كَ لكي ينفذ انبوب ل كَ الى القسم الاسفل من الابريق . ونلصق عروة الابريق في موضع الصفيحة التي[20] قطعت الابريق بنصفين حتى[21] يكون بعض < العروة تحت >[22] الصفيحة في القسم الاسفل من الابريق وبعضها ملصق فوق الصفيحة في القسم الاعلى . ونثقب في القسم الاسفل من الابريق في تحت الصفيحة ثقب ينفذ الى العروة عليه عَ < ونثقب فوق الصفيحة في الابريق ثقباً آخر ينفذ الى العروة عليه مَ >[23] . ونثقب في اعلى عروة الابريق ثقبين صغيرين خفيفين عليهما فص . ونخرج من ثقب مَ الى ثقب فَ انبوباً دقيقا نلصق طرفيه مع ثقبي فَمَ ويكون هذا الانبوب مفتوح الطرفين جميعاً . ونلصق[24] بلبلة الابريق كما فعلنا بالعروة حتى يكون احد < قسمي أصل العروة >[25] فوق الصفيحة التي قطعت الابريق والقسم الاخر تحتها . ونثقب في القسم الاسفل من الابريق تحت الصفيحة ثقب عليه شَ ‖ ينفذ 5 V (T)
الى البلبلة < ونثقب في القسم الاعلى ثقب عليه سَ[26] > ونلصق على[27] هذين الثقبين انبوبين يخرجان الى البلبلة عليهما شَت و سَث[28] ويكون طول كل واحد منهما اصبعين أو نحو ذلك وغلظ كل واحد مثل[29] غلظ اصبع او نحو ذلك . ونعمل على كل واحد منهما انبوب اوسع منه مثل الغلاف كما

---

(١٩) ط : < ونعمل انبوب كَ لَ داخل في انبوب هَ لَ ونلصق طرفهما >
(٢٠) ف : الذي
(٢١) ف : لكي
(٢٢) ف : العروة ملصق تحت
(٢٣) ف : العبارات في هذا الموقع مشطوبة ومصححة في الحواشي . وتنقص من الحاشية المصححة هذه العبارة .
(٢٤) ط : ونلصق عليه
(٢٥) ط : قسمي العروة
(٢٦) ف : غير واردة
(٢٧) ط : في
(٢٨) أضيف الحرفان سث (المحقق)
(٢٩) ف : غير وارده

عملنا قبل عليهما ت ث ويكون طرفي الغلافين الذي عليهما ت ث مسدودين والطرفين الاخرين مفتوحين . ونخرج من حوض ب انبوبين ينفذان في الحوض عليهما جب و يكون الذي يرتفع من انبوب ج في حوض ب قدر اصبع والذي يرتفع من انبوب ب في حوض ب قدر اصبعين وزيادة . ونعمل على طرفي انبوب ج غلافين كما عملنا قبل ويكون طرف انبوب ج ينصب الى انبوب هل وطرف انبوب ب ينصب الى انبوب و ز [٣٠] .

فقد تبين انا[٣١] اذا صببنا اولا الما البارد وارتفع في حوض ب قدر اصبع ياخذ انبوب ج الما ويصبه الى انبوب هل وينفذ في انبوب ل ك الى القسم الاسفل من الابريق . فاذا قطعنا الصب ثم صببنا الما الحار فارتفع في[٣٢] حوض ب الى طرف انبوب ب الذي هو أعلى من طرف انبوب ج انصب الما الحار الى انبوب و ز[٣٣] ونفذ في انبوب ز ح[٣٤] الى قسم الابريق الاعلى . فاذا قطع الصب وأخذه الغلام ليوضي به وميله ينصب ‖
الما الحار في انبوب سث[٣٥] الى البلبلة وينصب اليها البارد من انبوب شت[٣٦] 6 R (T)
فيخرج الما ممزوج فاتر < فاذا سد الغلام الثقب >[٣٧] الذي عليه ف يسيل الما البارد ولا يسيل من الحار شي لأنه ليس للهوا سبيل الى ان يدخل الى القسم الاعلى من الابريق وهو الذي فيه الحار . فان سد ثقب ص امتنع البارد وخرج الحار فيحرق الذي يتوضى به فان سد الثقبين جميعا اعني ثقبي فص

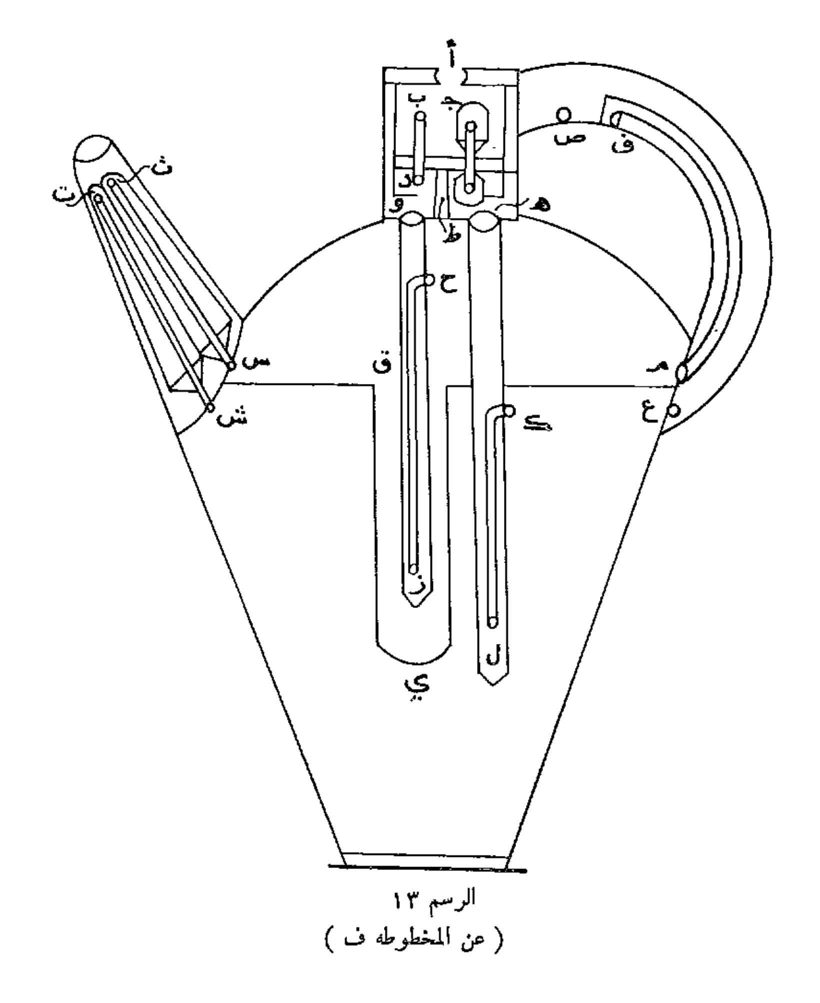
(٣٠) ط : و د
(٣١) ف : غير واردة
(٣٢) ف : في — ط : من
(٣٣) ط : و د
(٣٤) ط : د ح
(٣٥) ط ، ف : ست
(٣٦) ط ، ف : ست
(٣٧) ط : < فاذا سد الثقب > — ف : < فان سد الغلام الثقب >

لا يسيل من الما[٣٨] شي . وذلك ما اردنا ان نبين .

وقد يمكن ان نعمل هذا الابريق على عمل اخر ونصير الصفيحة تقطعه في الطول لا في العرض ويكون بقية العمل كما وصفنا وهو اجود لعمله واحكم له . وانما تركنا ان يكون الكلام على هذا العمل الثاني لان الصورة والمثال يصعب[٣٩] ، ولكنه في العمل والصنعة اجود واحكم واسهل . ويستقيم[٤٠] ايضاً بهذا التدبير[٤١] ان نعمل ابريق له بلبلتين فيخرج من احداهما حار ومن || الاخرى[٤٢] بارد ثم يتبدلا اذا شا الغلام . فافهم[٤٣] ذلك . 6 V (T)

---

(٣٨) ف : الابريق
(٣٩) ط : تزيد ويستقيم ايضاً
(٤٠) ط : تنقص ويستقيم
(٤١) ط : الأمر
(٤٢) ط : الآخر
(٤٣) ف : فاعلم



الرسم ١٣
(عن المخطوطه ف)

ملاحظـــات

(١) المخطوطة ط ينقص منها الرسم في حين ان النص كامل .

(٢) رسم المخطوطه ف موجود لكنه ليس في مكانه الصحيح فقد ورد بين الورقتين ٤٧ و ٤٨ .

(٣) هذا الشكل في جوهره نموذج مزدوج للشكل (١٢) . ومن الجدير بالذكر ان الجزري وصف ابريقاً مماثلاً واستخدم القاطع الرأسي الذي اشار اليه النص الحالي في الفقــرة الاخيرة . ومن اجل تحسين العزل الحراري فقد استخدم الجزري جداراً مزدوجاً مع فاصل هوائي بين الصفيحتين الرأسيتين .

9 V (V)

الشكل الرابع عشر (يد)

نريد ان نبين كيف نعمل كوزا أو ابريقا إن شا الانسان ان يصب فيه اوقية شراب او اوقيتين < فيظهر لمن يراه >(١) انه قد امتلا فيشربه من شا ويسقيه من شا ثم(٢) ملا من بعد ذلك وان شا أيضا ان يملاه فاذا < شرب منه الحاذق >(٣) بعمله اوقية او اوقيتين خيل الى جميع من يراه انه قد شربه كله < ثم يملاه >(٤) بعد ذلك فيسقيه من شا < ويستطيع الانسان بهذه ان يسكر من شا ويدفع >(٥) السكر عن من شا . < نعمل لذلك >(٦) صورة الكوز ابريك وعليه < ي و >(٧) وليكن على راسه طبق عليه جز(٨) ينفتح وينطبق بدورانه على محور ز على مثل ما يعمل الناس . ونقطع في اسفل عنق الابريق على قدر ارتفاع اصبع او اكثر من ذلك قليلا من اصل عنق الكوز ابريك صفيحة عليها ح ط ونثقب وسط الصفيحة ثقب عليه د وندخل في هذا الثقب انبوباً يملاه ويكون طول الانبوب قدر اصبعين وزيادة في الطول وغلظه قدر اصبع الخنصر ونحو ذلك ونصير وسط الانبوب مع سطح الصفيحة ونلصقه فيه لصاقا في موضع القماش(٩) ويكون طرفا الانبوب

---

(١) ط : فيظهر لمن يراه — ف : لم نراه
(٢) ط : غير واردة
(٣) ط : شرب منه الحاذق — ف : شرب الحاذق
(٤) ط : ويملاه — ف : ثم يملا
(٥) ط : ويستطيع أن يدفع
(٦) ف : فنمثل ذلك
(٧) ف : ي ق خلافاً للرسمين في ط ، ف حيث يجب ان يكون الحرف و ، وليس ق
(٨) ف : جد خلافاً للرسم
(٩) ف : هكذا وردت (!)

مفتوحين ونعمـــل >[١٠] على طرفه[١١] الذي فوق الصفيحـة والذي تحتهـــا جميعا غلافين على مثال ما عملنا قبـــل في كاس العـــدل وغيره ونثقب في < الكوز ابريك ثقب ينفذ الى داخل العروة عليه بَ ونثقب في >[١٢] اعلا العروة < عند آ >[١٣] ثقب صغير خفي لا يبين < لاحد من الناس >[١٤] فاذا صببنا الشراب في الابريق ثم سددنا الثقب الذي عليه آ يمتنع الشراب من الدخول الى جوف الكوز ابريك وينطفح حتى يخيل لمن يراه انه قد امتلى فان شا الانسان ان[١٥] يشربه شربه < وان شا ان يسقيه >[١٦] من شا فعـل وان شا ان ينحي يده عن الثقب الذي عليه آ ويصب حتى يمتلى فاذا امتلا الكوز ابريك يبتدى الحاذق به فيشربه فاذا شا ان يمتنع من الشرب سد الثقب الذي عليه آ فيمتنع الصب ولا يسيل من الكوز ابريك[١٧] شي من الشراب فيخيل الى الناظرين انه قد تفرغ جميع ما فيه ، ثم يملاه ويسقيه من شا بعد ذلك . وذلك ما اردنا ان نبين ، < فافهم ما وصفناه واعمل على حسبه >[١٨] .

---

(١٠) ط : هناك منطقة بيضاء على صورة المخطوطة تختفى فيها معظم الكتابة ابتداء من ىَ وَ وليكن .... مفتوحين وتعمل >

(١١) ف : طرفيه

(١٢) ط : غير واردة

(١٣) ط : غير واردة

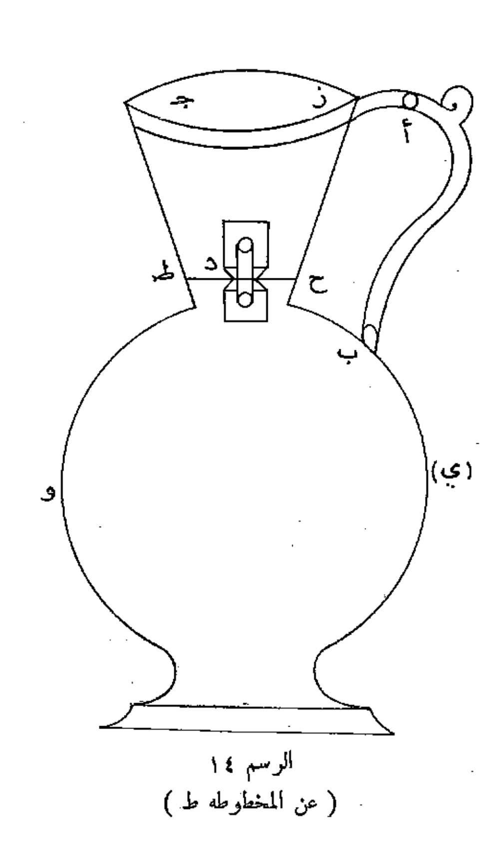
(١٤) ط : للناس

(١٥) ط : غير وارده

(١٦) ط : < وان شا أن يسقيه > ف : < او يسقيه >

(١٧) ط : ابريق

(١٨) ف : لم ترد هذه العبارة



الرسم ١٤
(عن المخطوطه ط)

ملاحظـــات

(١) النص في (ط) تُغطي جزءاً منه مساحة بيضاء . وهو كامل في (ف) .

(٢) وردت كلمة ابريك مع كلمة كوز في سياق النص أي : كوز ابريك او كوزابريق .

(٣) الكوز بسيط في عمله بالرجوع الى المبادىء المشروحة في المقدمة .

7 R (T)

الشكل الخامس عشر (يه)

صنعة كوز ابريك آخر على غير هذا العمل يفعل مثل فعل الاول < والمنفعة فيهما >(١) واحدة فنحط لذلك مثال كوز إبريك عليه بلك ونعمل في عروتــه ثقبين كما عملنا في الذي قبله ونقطع رقبته بصفيحة عليهــا طي ويكون ارتفاع هذه الصفيحة عن(٢) اصل عنق الكو ز ابريق قدر اصبع او نحو ذلك ونثقب في الصفيحة ثقبين وندخل في احد الثقبين انبوب ح ه(٣) ينتهي الى قريب(٤) من اسفل الكوز ابريك ويكون ما يرتفع منه فوق الصفيحة قدر اصبع او اصبعين ونعمل على طرفيه(٥) غلافين على طرفه الاسفل غلاف ‖ ه و وليكن طرف انبوب ه و الذي عليه ه مسدود وليكن طول انبوب ه و 7 V (T)
قدر خمس اصابع او نحو ذلك ويكون طول الغلاف الذي عليه ح اقل من طول ما ارتفع من انبوب هح < عن الصفيحة التي عليها طي بشي يسير >(٦) ويكون طرف هذا الغلاف الذي عليه ح مسدوداً والطرف الاخر مفتوح وهو الذي يلي الصفيحة . ونلصق على الثقب الاخر في الصفيحــة انبوب يكون ارتفاعه قدر اصبعين وليكن على طرفه الذي يلي الصفيحة باب مطحون مثل الفثيون(٧) ويكون انفتاح هــذا الباب الى فوق الى ناحية راس الكوز ابريك

---

(١) ف : والمنفعة به فيهما
(٢) ف : على
(٣) ط ، ف : وردت جه ، وصححت قياساً على الرسم في المخطوطتين
(٤) ف : قرب
(٥) ف : طرفه
(٦) ف : على صفيحة طي حتى يسير
(٧) ف : البثيون

لكي(٨) اذا اقلب الكوز(٩) ابريك انفتح الباب فاذا وضع في الارض انطبق الباب وعلى هذا الانبوب علامة مل ونجعل على طرفه الذي عليه ل غلاف صغير طوله قدر نصف اصبع ويكون طرفه الذي علية ل مسدوداً والطرف الاسفل الذي يلي الصفيحة مفتوح . فقد تبين انه متى صب انسان الشراب في الكوز ابريك جرى في انبوب هح الى داخل الكوز ابريك وخرج الهوا من ثقب آ فمتى سد الثقب الذي عليه آ ينقطع سيلان الشراب في انبوب ه ح الى الكوز ابريك ويبقى الشراب فوق صفيحة طي فيخيل الى الناظرين انه قد امتلا وايضا فان قطع الصب ثم اعيد(١٠) ثانية لم يقبل ايضا ولو كان ثقب آ مفتوح لان انبوب ه ح قد عمل على عمل الابريق الذي وصفناه من قبل انه اذا قطع عنه الصب لا يقبل فيخيل ايضا الى الناظرين انه قد امتلا . فمتى شا الانسان ايضا ‖ ان يملاه بالصحة فعل ذلك فاذا اخذ الكوز ابريك ليشرب 8 R (T)
انصب الشراب في انبوبي ح ه(١١) لم فمتى قطع الشرب ليتنفس ورد يده ثم اراد ان يشرب ثانية وسد ثقب آ لا ينصب من الشراب شي ويخيل الى الناظرين انه قد شربه كله . ويستقيم ان يعمل هذا في القناني والاواني ويستقيم ان يعمل هذا ايضا(١٢) في الاقداح والكاسات وساير الاواني التي يشرب بها الشراب . وهذه الحيلة تصلح لجميع الاشيا السيالة ويستقيم ان تعمل في المكيال والارطال فيغبن بها الانسان من احب من الناس وهو لا يعلم . < وذلك ما اردنا ان نبين >(١٣) .

---

(٨) ف : غير واردة

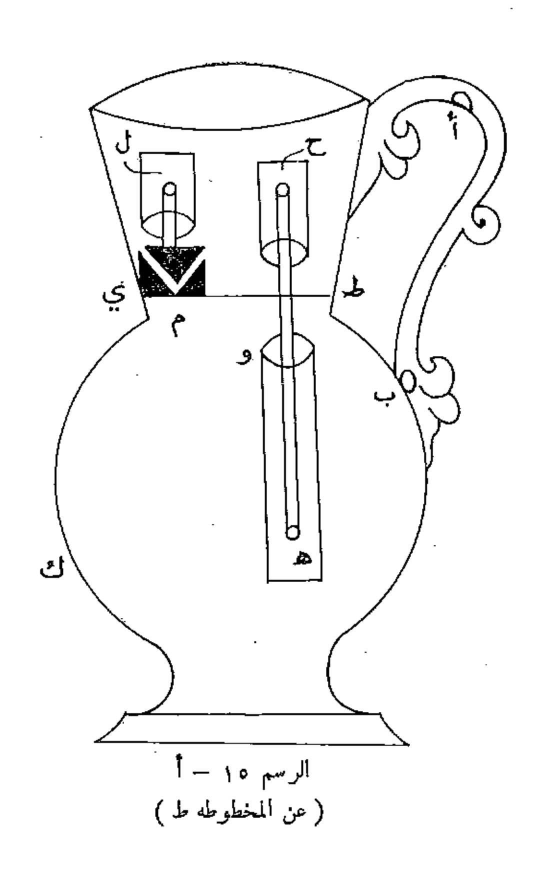
(٩) ط : تنقص الكوز

(١٠) ط : واعيد

(١١) ط ، ف : جـ ه وفي الرسمين ح ه

(١٢) ف : هذا العمل

(١٣) ط : تنقص عبارة < وذلك ما اردنا ان نبين >



الرسم ١٥ – أ
(عن المخطوطه ط)

ملاحظـــات

(١) من المفروض ان تكون هناك طريقة تمنع عــدم وقوع الصمام عن مقعده عندما يميل الابريق .

(٢) اذا شرب شخص من الكوز يتدفق الشراب حسب ما ورد في النص من الانبوبين هـ ح و ل م . وفي الحقيقة فان الشراب يمكن ان يتدفق من الانبوب هـ ح ما دام الابريق مليء تماماً ، اما في الحالة العادية فان الشراب يتدفق من الصمام م .

8 R (T)

الشكل السادس عشر (يو)

صنعة جره لها بزالين اذا صب فيها الشراب يجري من احـــد البزالين فاذا قطع الصب < ينقطـع الشراب من >(١) ذلك البزال ويجري من البزال الاخر وان اعيد الصب عاد الى البزال الأول وهكذا لا يزال . فنحط لذلك جرة عليها اب وليكن على راسها الذي عليه ا صفيحة ملصقة مثقبة مثـــل ‖ الغربال ونقطع اصل عنق الجرة بصفيحة اخرى عليها ط ك ونثقب في هـذه 8 V (T) الصفيحة ثقبين واسعين عليهما ط ك ونلصق على هـذين الثقبين انبوبين عليهما طح كج وليكن انبوب كج طويل الى اسفل الجرة وننفـذه الى خارج الجرة ويكون ما يخرج منه عن الجرة قدر اصبعين حتى يكون ما خرج عن الجرة هو احد البزالين . وليكن انبوب طح قدر اصبعين او ثلاثة اصابع . ونعمل تحت انبوب طح حوض قـــدر ثلاثة اصابع في ثلاثة اصابع في(٢) سمك ثلاثة اصابع وليكن < مدوراً شبيهاً بقطعة من اسطوانة >(٣) وعليه وم، ونعمل في حوض وم دبة عليها ه ولتكن < دبة ه تتحرك في الحوض حركة ســـهلة . ولتكن >(٤) الدبة محكمة لايكون للما سبيل الى الدخول فيها(٥) . ونلصق على الدبة قضيبين يرتفعان وينعطفان من خارج حـــوض وم < لا يماســـانـه ويعطفان >(٦) القضيبين حتى يلتقيا عنـد نقطة ز ، ونلصقهما بقضيب واحد

---

(١) ط : ينقطع من

(٢) ط : تنقص في

(٣) ط : < مدور شبيه بقطعة اسطوانة >

(٤) ط : تنقص العبارة < دبة ه.... ولتكن >

(٥) ط : اليها

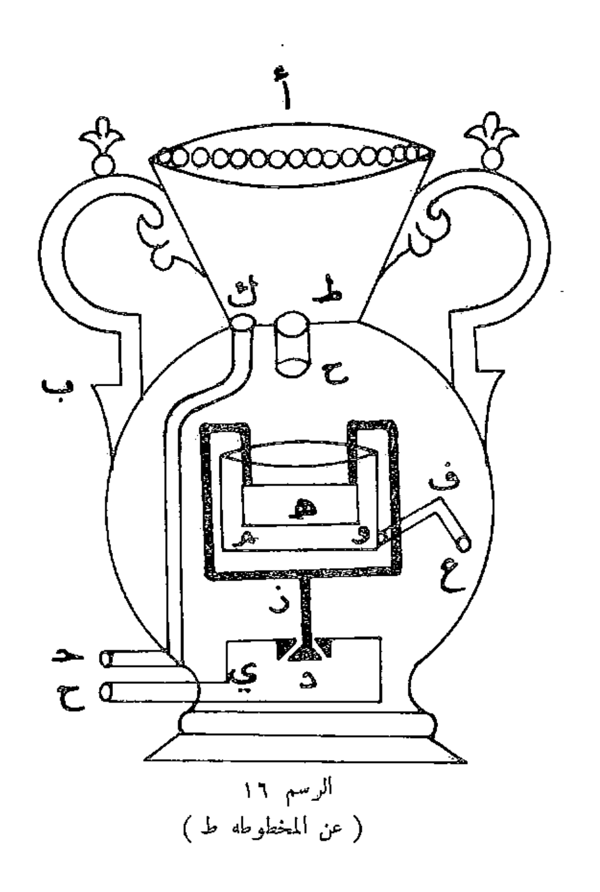
(٦) ف : < ولا يماسانه وينعطفان >

عليه ز د . ونعمل في اسفل الجرة حوض مطبق عليه ي[7] ونخرج من اسفل الحوض من موضع ي انبوب عليه يح حتى يكون ما يخرج من انبوب يح عن الجرة هــو البزال الثاني ، ونلصق في حوض ي[8] في موضع موقع طرف[9] قضيب ز د الذي عليه د باب مطحون ونلصق الذكر من الباب على القضيب في موضع د لكي اذا ارتفعت الدبة التي عليها ه انطبق الباب واذا استقلت انفتح[10] الباب . ونخرج من اسفل حوض و م انبوباً منعطفاً صغيراً < عليه و ف ع >[11] .

فقد تبين انا اذا صببنا الشراب او الما من راس الجرة سال من الغربال في[12] صفيحة ط ك وجرى || في انبوبي كج طح وخرج من بزال ج وترتفع 13 R (T)
دبة ه[13] فتسد الباب الذي عليه د لان انبوب طح يصب الى حوض و م فاذا قطع الصب انقطع < سيلان كج >[14] وتفرغ ما في حوض و م < الى الجرة في انبوب >[15] وفع المنعطف فاذا تفرغ الحوض استقلت الدبة وانفتح الباب الذي عليه د وجرى الشراب في الباب الذي عليه د الى بزال يح فان اعيد الصب ارتفعت الدبة وانغلق الباب وانقطع الما عن بزال يح وجرى في انبوب كج وهكذا لا تزال . وذلك ما اردنا < ان نبين >[16] < فاعلم ذلك >[17] .

---

(٧) ف : د ي
(٨) ف : ل ي
(٩) ط : تنقص طرف
(١٠) ف : ارتفع   ط : انفتح
(١١) ف : تنقص عليه و ف ع
(١٢) ف : الى
(١٣) ط : الدبة
(١٤) ف : سيلان بزال ج
(١٥) ط : < من انبوب >
(١٦) ط : تنقص ان نبين
(١٧) ف : تنقص فاعلم ذلك



الرسم ١٦
(عن المخطوطه ط)

ملاحظـــات

النص واضح لا يحتاج الى شرح . ويكتفى بمراجعة المبادىء العامة في مقدمة الكتاب .

13 R (T)

الشكل السابع عشر (يز)

صنعة مليار له بزال واحد[1] نصب فيه الما وتوضع فيه النار ونفتح بزاله فلا يسيل منه شي فمتى اراد الانسان أن يأخذ من الما < الذي فيه >[2] صب فيه من راسه ما بارداً فيخرج له من البزال ما حار فاذا قطع الصب انقطع سيلان الما . ونصور لذلك صورة مليار آبَ ونقطع راسه بسطح كما يعمل الناس المليارات ونثقب في الصفيحة ثقباً كبيراً قدر اربع اصابع || في اربع اصابع عليه آ < على مثال ما يعمله الناس >[3] ونلصق[4] بهذا الثقب بربخ ينتهي الى اسفل المليار[5] الى علامة لَ وهذا البربخ هو الذي يكون فيه النار وليكن طرفه الذي عليه لَ اغلظ من الطرف الذي عليه آ ونثقب عند نقطة لَ في اسفل المليار من داخل البربخ ثقباً على مثال ما يعمله الناس . < ونثقب عند نقطة بَ في هذا الابريق ثقبا ونعمل عليه انبوباً ونعمل على راس الانبوب حوضاً على مثال ما يعمله الناس >[6] . ومن هذا الموضع يكون مصب الما الى المليار وعليه بكَ . ونعمل تحت طرف انبوب بكَ الذي عليه بَ حوضا فيه دبة وعلى الحوض علامة مَ وعلى الدبة علامة طَ ونخرج من هذا الحوض انبوباً منعطفاً كما عملنا في الشكل الذي قبله وعليه مزحَ ونلصق[7] 13 V (T)

---

(١) ف : غير واردة
(٢) ف : الذي صب فيه
(٣) ف : غير واردة
(٤) ف : ونلزق ط : نلصق
(٥) ط : اسفل
(٦) ف : < ونلزق في اعلا المليار انبوبا في راسه حوض ويكون راس الحوض مغطا بصفيحة مثقبة >
(٧) ف : ونلزق

بالدبة قضيبين كمـــا عملنا في الشكل الـــذي قبله < ونجمع القضيبين >[٨] إلى نقطـــة وَ ويتصلان بقضيب واحـــد عليه وَهَ . ونعمل في اسفل المليار عند نقطة هَ من طرف القضيب < حوض عليه >[٩] علامة دَ ونلصق[١٠] على اسفل الحوض[١١] عند موضع دَ بثيون يكون طرفه خارج المليار ونعمل في < اعلى حوض دَ باب مطحون >[١٢] ويكون الذكر ملصقاً[١٣] بقضيب وَهَ[١٤] في موضع هَ وتكون الانثى مركبة في سطح الحوض[١٥] الاعلى لكي اذا ارتفعت < دبة طَ >[١٦] انفتح الباب الذي عليه هَ واذا استقلت انطبق الباب . فقد تبين انا اذا صببنا الما في المليار ثم قطع الصب وفتح البثيون الذي عليه جَ ووضع في المليار النار انه لا يخرج من بثيون جَ < شي من >[١٧] الما الحـــار ابدا[١٨] حتى يصب في حوض كَ الما < فيجرى الى >[١٩] المليار في انبوب كَبَ الى حوض مَ وترتفع || دبة طَ وينفتح الباب الذي عليه هَ ويجري 14 R(T)
الما الحار الى بثيون جَ وهكذا لا يزال . وذلك ما اردنا ان نبين .

---

(٨) ف : ويجتمع القضيبان

(٩) ط،ف : وردت عبارة < دبة عليها > . وبما ان كلمة دبة استخدمت في هذا الكتاب للدلالة على العوامة في حين ان المقصود هنا هو حوض وليس دبة فقد تم التصحيح (المحقق)

(١٠) ف : ونلزق

(١١) ط ، ف : < الدبة > وهو تصحيف والمقصود هو الحوض

(١٢) ط : < أعلاها عند طَ باب مطحون > أما عبارة : < بثيون مطحون فتصيره > فهي مشطوبة بخطوط افقية قصيرة

ف : < أعلى دبة دَ باباً أو بثيوناً مطحوناً فتصيره باباً مطحوناً >

(١٣) ف : ملزوقا ط : ملصق

(١٤) ف : وَ

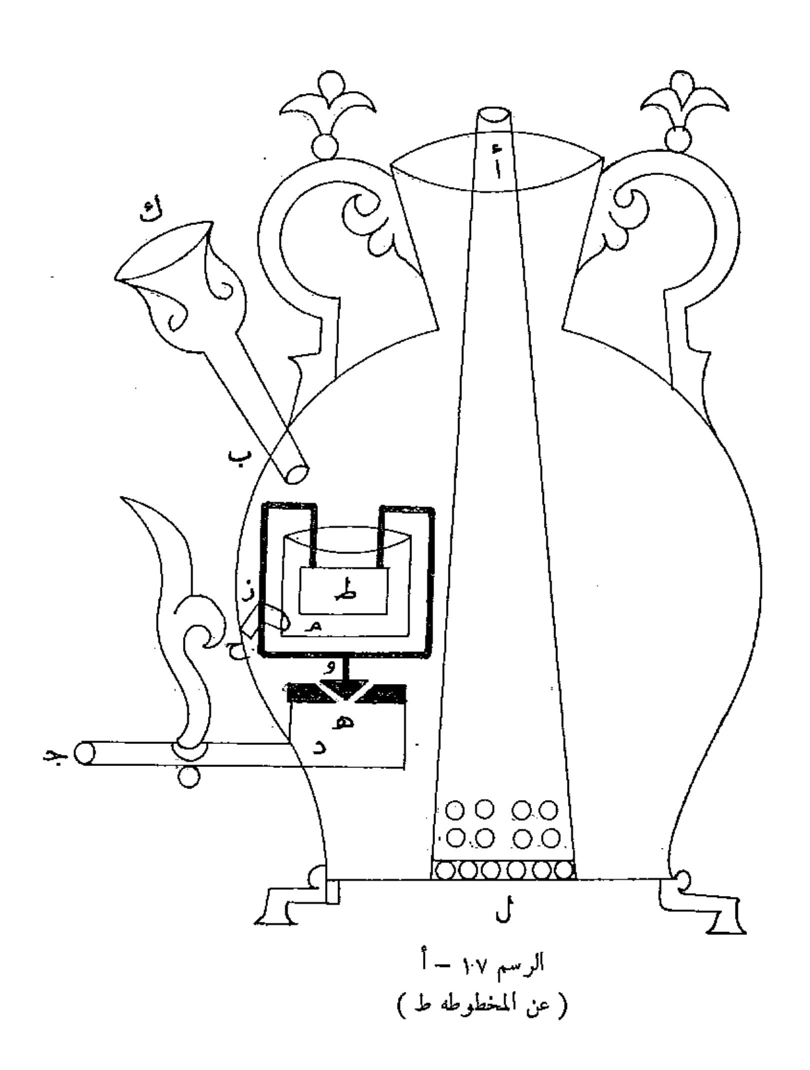
(١٥) ط،ف : < الدبة > وهو تصحيف

(١٦) ط : < دبة طَ الدبة > ف : الدبة

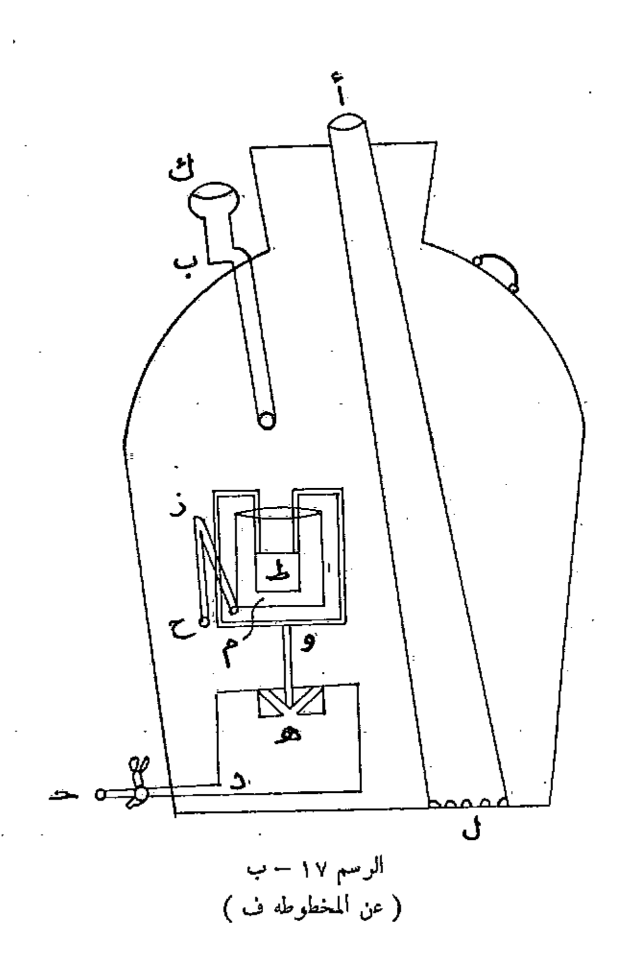
(١٧) ط : من

(١٨) ط : ابداً شي

(١٩) ف : < فيجري الى > ط : < فيخرج الما الى >



الرسم ١٠٧ ـ أ
(عن المخطوطه ط)



الرسم ١٧ — ب
(عن المخطوطه ف)

ملاحظــات

(١) يتكلم النص عن ثقب واحد في اسفل انبوب النار ا ل في حــين ان الرسم في كل من المخطوطتين يشير الى عــدة ثقوب . وفي رسم المخطوطه ط الى ثلاثة صفوف مــن الثقوب .

(٢) استخدم هذا الجهاز في سورية منذ عهد قديم وحتى العهود الحديثه . وهو نفس قاظان الحمام المعروف في المنازل السورية . وحتى عهد قريب كانت هذه الاجهزة تستخدم الحطب او الفحم النباتي في وجاق القاظان . والقاظان الحديث اكثر بدائيــة من الجهاز المشروح في هذا الكتاب . فبدلاً من التجهيز الداخلي الذي يمنع نزول الماء الساخن فان هذا التجهيز اصبح الآن خارجياً حيث توجد عوامة مرتبطة بصمام داخل حوض خارجي علوي للماء البارد . وكلما استخدم الماء الساخن للاغراض المختلفة حل محله ماء بارد من الحوض العلوي الخارجي . وبهبوط مستوى الماء البارد في الحوض العلوي الخارجي ينفتح الصمام المتصل بالعوامه ويأتي الماء البارد الى الحوض من شبكة الماء .

ونلاحظ هنا ان هذا جهاز عملي ليس الهــدف منه التسلية . فالتجهيز الداخلي ضروري . ولا يجوز ان يتم سحب الماء الساخن من المرجل (المليار) دون ان نضمــن ادخال ماء جديد يحل محله واذا لم يتم ذلك فان المرجل قد يفرغ من الماء اثناء اشتعــال النار في الموقد مما يؤدي الى تفكك اللحام وتلف المعدن . والجهاز متطور ومتقدم مــن الناحية التكنولوجية ويتطلب معرفة من الشخص الذي يريد تشغيله .

والمليار كلمة من اصــل يوناني وتعني جهازاً لتسخين الماء او وعاءاً للمطبخ لحفظ الماء . ويوجد على جانب منه فتحة لوضع الوقود من الفحم النباتي . والاســم اللاتيني هو ميلياريوم . والوعاء مرتفع وضيق .

11 V(V)

الشكل الثامن عشر (يح)

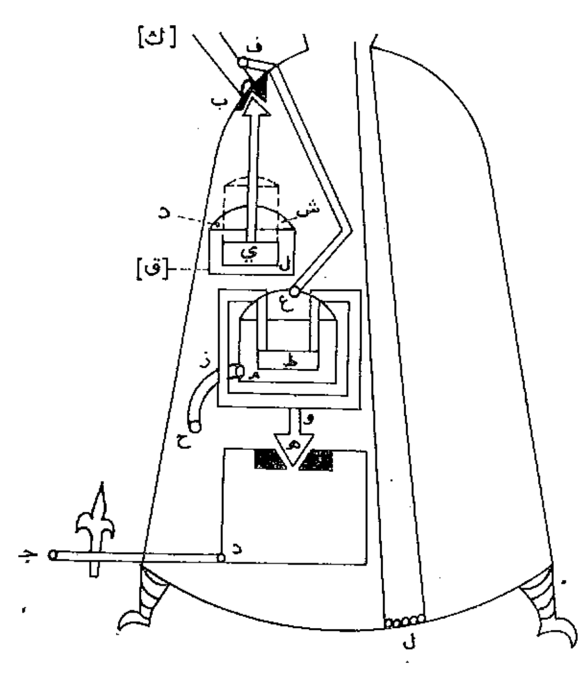
صنعة مليار آخر أيضا له بزال غـير مغلق ‖ يصب فيه الما اولا قبل 12 R(V)
ان يوضع علي النار فـلا يسيل من البزال شي والبزال مفتوح فاذا سخن الما واراد الانسان ان ياخذ منه الما الحـار صب من رأسه من موضع الصب ما بارداً فخرج ما حار كما وصفنا قبل . فنعيد الصورة غير انا ندخل الانبوب الذي نصب فيه الما الى داخل المليار قـدر اصبعين وهو الذي عليه علامة كب ونصير على طرفه الذي عليه ب باب مطحون ويكون تحته حوض عليـه ق وفيه دبة عليها ي وفوق الدبة حوض متصل بها عليه ش وفي اسفل حوض ش في جانب منه ثقب صغير عليه د ونعمل في وسط حوض ش قضيب قايم ينتهي الى طرف الانبوب الذي عليه ب ونلصق (١) بطرف هذا القضيب الذكر من الباب حتى يكون اذا ارتفعت الدبة التي عليها ي انسد الباب الذي عليه ب وانطبق . ونخرج من < أسفل كب >(٢) من قريب من موضـع ب انبوب منعطف يرتفع وينزل وعليه فع ،ونعمل تحت طرفه الذي عليه ع حوض عليه م ، ونلصق(٣) الحوض والحوض الذي قبله ، كل واحد منهما ملصق(٤) بما يليه . ونخرج من اسفل حوض م انبوباً منعطفاً كما فعلنا في الذي قبله وعليه مزح . ويكون في هـذا الحوض دبة عليها ط ونتمم بقية ما عملنا في المليـار الذي قبله . فقد تبين انا اذا صببنا المـا اولا يجري في انبوب كب ويخرج

(١) ط : ونلزق
(٢) ط : اسفل انبوب دب
(٣) ط : ونلزق
(٤) ط : يلصق

من موضع ب وينصب[٥] الى حوض د ش فاذا انطفح[٦] د ش سال الى المليار والى حوض ق ونجعل حوض د ش اذا كان مملواً ما لا تقوى دبة ي ترتفع واذا تفرغ ارتفعت ، فقد تبين ان الصب اذا قطع ارتفعت دبة ي وانطبق الباب الذي عليه ب فاذا صب فيه الما ثانية يجري في انبسوب فع المنعطف وينصب في حوض م وترتفع دبة ط وينفتح باب ه ويخرج الما الحار في بثيون دج . وان اردنا ان < لا يختلط الما البارد بالما الحار >[٧] جعلنا تحت انبوب مزح المنعطف حوضاً يجتمع فيه الما البارد . وذلك ما اردنا ان < نبين >[٨] . وان ردنا ان نعمل < ملياراً يسمع منه صوت زمر >[٩] فانا نعمل المليـــار علي مثال ما يعمله الناس ونصيره ينسد[١٠] الموضع الذي يسيل منا المـا الى المليار حتى لا يكون للبخار[١١] مخرج الا من موضـع < فيه يكون >[١٢] الزمار الصفير ويمكن ان نعمل < ذلك على وجوه عدة هذا الزمار حتى نجني منه ضروباً من الاصوات وان غطى طرف انبـــوب الزمار[١٣] سمع منـــه نقنقة . وسنصف في موضع اخر كيف نعمل الات يكون لهـــا ضروب من الاصوات . وذلك ما اردنا ان نبين >[١٤] .

---

(٥) ط : ويصب
(٦) ط : انطفح حوض
(٧) ط : لا نخلط الما الحار بالبارد
(٨) ط : < نبين من هذا العمل فافهم ما قد وصفناه الك وتبين ما قد رسمناه لك لتعمل على حسب ذلك >
(٩) ط : < مليار ا له صوت يسمع زمر >
(١٠) ف : تزيد الى
(١١) ط : للمليار
(١٢) ط : يكوفيه
(١٣) ف : الزمار بما
(١٤) ط : ينقص القسم الاخير من النص



الرسم ١٨
(عن المخطوطه ف وعن هاوسر)

ملاحظـات

(١) نهاية النص و كذلك الرسم غير موجودين في المخطوطة ط .
(٢) لم يرسم السيفون م ز ح بصورة صحيحة .
(٣) الحوض الواقع فوق العوامة (الدبة) ي غير مرسوم سهواً في المخطوطة ف . ولذلك تمت اضافته بخطوط منقطة في الرسم ١٨ . ومبدأ عمل العوامة التي تحمل حوضاً مشروح في مقدمة الكتاب (المبدأ الخامس) . راجع كذلك الاشكال ٤٤ ، ٤٧ حيث رسمت هذه الوسيلة بصورة صحيحة في كل منهما .

12 V (V)

الشكل التاسع عشر (يط)

نريد ان نبين كيف نعمل جرة لها بثيون مغلق نصب فيها الوان من الرطوبات بمقدار من المقادير لكل[١] واحد منها ، فاذا شئت اخرجت من الفثيون اي لون اردت . مثال ذلك جرة كَقَ ونلصق على راسها صفيحة مغربلة عليها علامة كَ . ونعمل تحت راس الجرة ثلاثة احواض بعضها يركب كل واحد منهما على الاخر وهي التي عليها جـ ب ا . وليكن حوض جـ اصغر من حوض ب وحوض ب اصغر من حوض ا ونعلق بعضها ببعض لكي لا يزول شيئا منها . ونلصق الحوض الذي عليه ا وهو الاسفل بقضيب عليه ع ونلصق طرفه الاخر باسفل الجرة لكي يبقا على حاله . ونعمل على حوض جـ انبوباً عليه غلاف مثل انبوب كاس العدل وعليه علامة د ولا ينتهي إلى اعلا حوض جـ ولكن يكون دون ذلك في الارتفاع . ونعمل أيضا في حوض ب انبوباً مثل ذلك ويكون أطول من انبوب د وعليه علامه هـ ليكون مقدار ما يسع حوض جـ من الما الى طرف انبوب د اقل مما يسع حوض ب الى طرف انبوب هـ ؛ ونتخذ لذلك مكيالا عليه ا بجـ ليكون اذا صب في الجرة بمكيال ا بجـ[٢] ينصب الما الى حوض جـ ثم ينصب من حوض جـ الى حوض ب ثم من حوض ب الىحوض ا[٣] . وليكن اذا صب في الجرة مقدار من الرطوبة مبلغها في المكيال الى موضع ب ينصب الى حوض جـ ثم من حوض جـ الى حوض ب ويقف في حوض ب[٤] لان هذا المقدار 13 R (V)

(١) ف : كل صححت : لكل

(٢) أي اذا صببنا كامل محتويات المكيال ا ب جـ ممتلئاً الى علامة جـ (انظر الرسم) (المحقق)

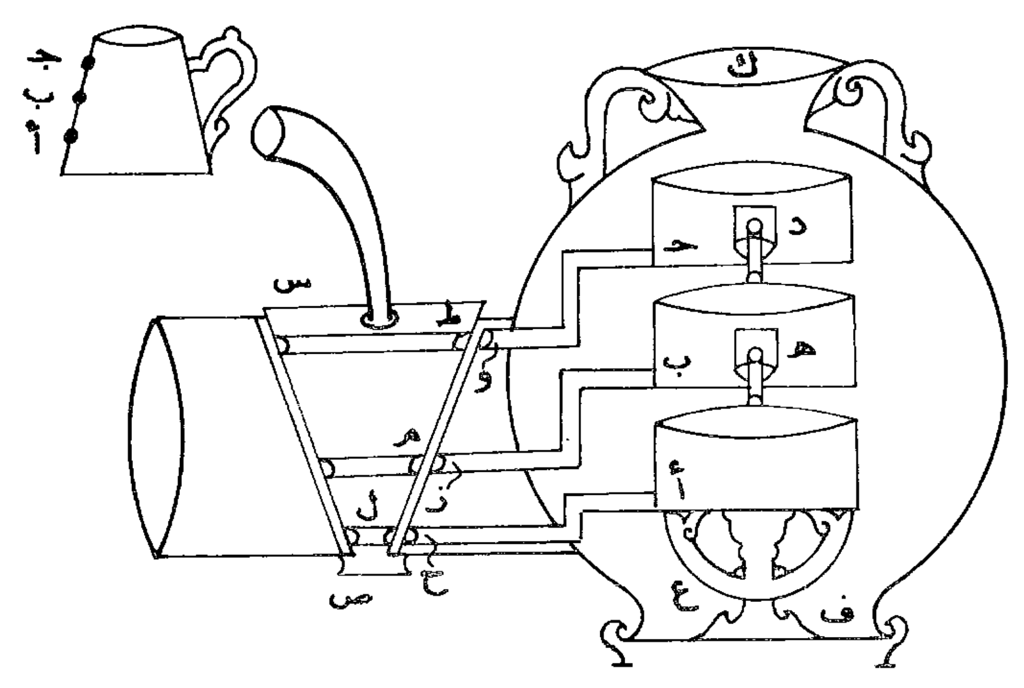
(٣) اي ان كامل محتويات المكيال ا ب جـ تستقر في الحوض ا ويبقى الحوضان ب و جـ فارغين (المحقق)

(٤) نعبىء المكيال الى العلامة ب ونفرغها في الجرة فتستقر في الحوض ب ويبقى الحوض ا فارغاً (المحقق)

يصير لا يبلغ الى طرف الانبوب الذي عليه هـ . وليكن المقدار الثالث الذي يصب في الجرة الى علامة آ من المكيال ويكون هذا المقدار اذا صب في الجرة ينصب الى حوض جـ ويقف في حوض جـ لانه لا يبلغ الى طرف انبوب د . ونعمل فثيون عليه ص وليكن هذا الفثيون مما يخرج الواناً كثيرة ويعمل على هذا المثال الذي أصف وامثل ، على انه يمكن ان نعمل على ضروب كثيرة هذا البثيون . واما في هذه الجرة فعمله على هـذا المثال . وليكن عمود ص س هو الذكر من الفثيون وليكن في عمود ص س ثلاثة ثقب نافذة بعضها فوق بعض ولا تكون الثقب في سطح واحد ولا الثقب على خط واحد وعليها ل م ط ونثقب في الانثى ثلاثة ثقب في خط واحد عليها ح ز و[٥] وليكن فثيون ص س اذا ادير يلقى ثقب ل ثقب ح واذا ادير ايضا يلقى ثقب م ثقب ز واذا ادير أيضا يلقى ثقب ط ثقب و ولا يكون يلقى ثقبان من الذكر الذي عليه ص س ثقبين من الانثى في وقت واحـد . ونخرج من ثقب ح ز و البلبلة ثلاثـة انابيب الى احواض ا ب جـ الثلاثة . فقـد تبين انا اذا صببنا ثلاثة الوان وكان اللون الأول ملأ مكيال ا ب جـ واللـون الثاني الى علامـة ب من مكيال ا ب جـ واللون الثالث الى علامة آ فان[٧] الالوان الثلاثة تصير في احواض ا ب جـ الثلاثة فاذا طلب ‖ [٨] منا لون من الالوان ادرنا الفثيون حتى نسدده اللـون الذي يراد . وقد تبين انا ان اردنا ان نخرج لونين ممزوجين بمثل[٩] هـذا التدبير فعلنا ذلك وان اردنا ان نعمل في جرة واحدة عـدة فثيونات تفعل هذا الفعل قدرنا على ذلك بمثل هـذا التدبير وذلك ما اردنا ان نبين . وقد تبين ايضـا انا ان جعلنا ثقب ط م ل مواربة[١٠] مايلة صـار كل ثقب منهـا

(٥) ف : جـ د والأصح ح ز و (انظر الرسم)
(٦) ف : ا ب والصحيح : ا ب جـ
(٧) ف : < ان > الصحيح : < فان >
(٨) يبدأ هنا نص المخطوطة ط
(٩) ف : مثل
(١٠) ط : موربة

يخرج لونين . وقد يصلح هذا الفثيون < للحمامات للما الحار والبارد جميعاً وذلك ما اردنا ان نبين >(١١) .



الرسم ١٩
(عن المخطوطه ط)

ملاحظـــات

(١) هذا الشكل موجود في المخطوطة غوتا باستثناء الكلمات الاولى .

(٢) معظم النص مفقود من المخطوطة ط باستثناء قسم ضئيل من نهاية النص وباســتثناء الرسم .

(٣) رسم المخطوطه ط هو افضل الرسوم بين المخطوطات .

(٤) اذا اخذنا بالملاحظات المدونة في الهوامش وبالمبادىء المشروحة في مقدمة الكتاب فان فهم هذا الجهاز يصبح سهلاً ولا يحتاج الى مزيد من الشرح .

---

(١١) ط : < للحمامات للحار والبارد فافهم ما وصفنا >

15 R (T)

الشكل العشرون (ك)

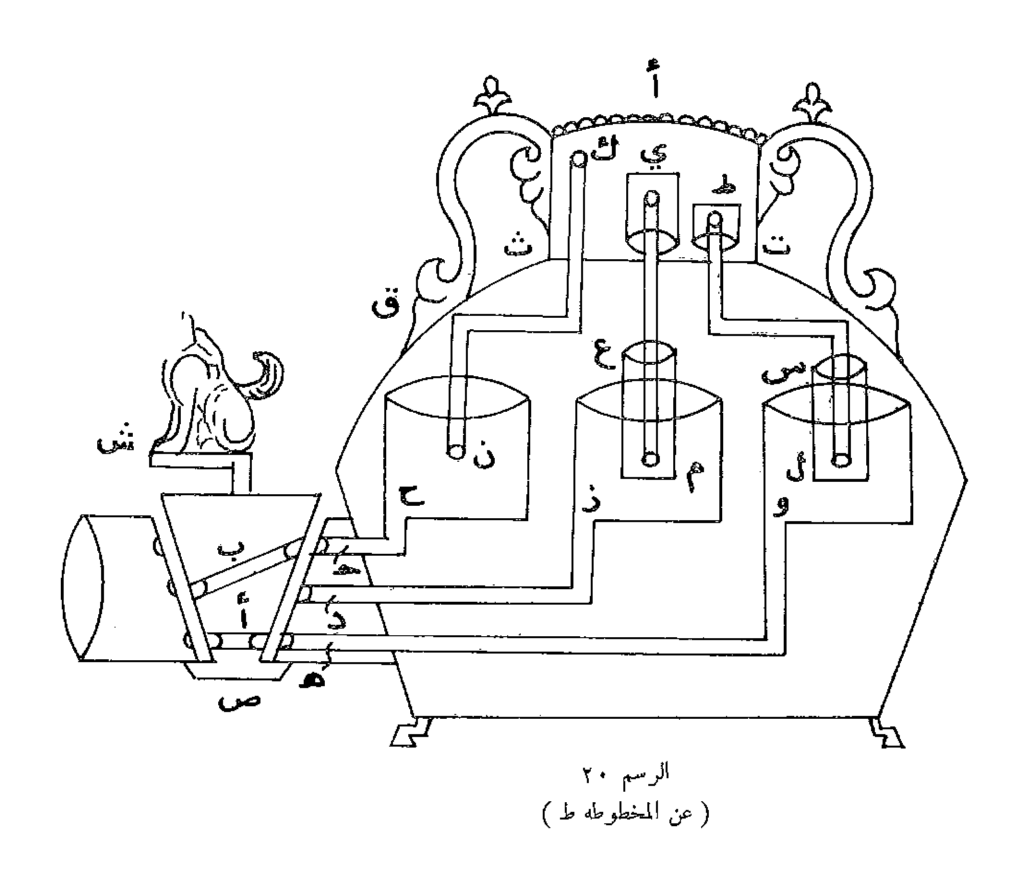
نريد ان نبين كيف نعمل ايضا جرة لها فثيون نصب فيها الواناً كثيرة من الرطوبات من موضع واحد < لون بعد لون >(١) بغير مقدار فمتى شينا أخرجنا من الفثيون اي لون شينا . فنعمل لذلك مثال جرة عليها ا ق وراسها ا ونغطي راسها بصفيحة مغربلة ونقطع اصل عنق الجرة بصفيحة عليها تث ونثقب في هذه الصفيحة ثلاثة ثقب ونعمل في الجرة ثلاثة احواض ونقرن بعضها الى بعض وعليها و ز ح . ونخرج من الثقب الثلاثة التي في صفيحة تث ثلاثة انابيب من كل ثقب الى كل حوض انبوب وهي انابيب 15 V (T) ط ل مي نك . ونجعل طرف انبوب طل الذي عليه ط اخفض من طرف انبوب مي الذي عليه ي ويكون طرف مي الذي عليه ي اخفض من طرف انبوب نك الذي عليه ك(٢) . ونعمل على اطراف لم غلافين طول < كل واحد من الغلف ما بين الاربعة الاصابع الى خمس >(٣) اصابع وما زاد ، وهي انابيب لس مع وتكون اطرافها التي عليها لم منسدة والتي(٤) عليها سع مفتوحة . < ونعمل ايضاً على اطراف طى غلافين كما عملنا اولا وتكون اطرافهما التي عليها طي مسدوده والتي الى الصفيحة مفتوحة كانبوبي الكاس >(٥) . ونعمل فثيون صش كما عملنا الفثيون الذي قبله ونثقب في الانثى ثلاثة ثقب عليها جده ونثقب في الذكر ثقبين نافذين عليهما اب

(١) ف : < لون بعد لون > ط : غير واردة
(٢) ف : تزيد < ونعمل على اطراف طى غلافين >
(٣) ف : كل غلاف ما بين الاربع اصابع الى خمسة
(٤) ف : والذي
(٥) ف : تنقص هذه العبارة بكاملها

ونصير ثقب آ مستوي يحاذي ثقب هـ وثقب ب مايل حتى يصير احد طرفيه ينطبق على ثقب جـ والطرف الاخر ينطبق على ثقب د ونخرج من الاحواض الثلاثة من علامـات و ز ح ثلاثة انابيب الى ثقب هـ د جـ . فقـد تبين انا اذا صببنا اللون الاول باي مقدار كان يجري الى حوض و في انبوب طل وكذلك اذا صببنا اللون الثاني يجري في انبوب يم الى حوض ز ويصـير انبوب طل لايقبل كما بينا في صنعة الابريق وكذلك ايضا اذا صببنا اللون الثالث يجري الى حوض ح في انبوب كن ولا يقبل الانبوبين الاخرين فاذا شينا اخرجنا من الفثيون اي لـون شينا < وذلك ما اردنا ان نبين >(٦). وان شينا ان نصير الالوان اذا صببناها لا تختلط بغير هـذا العمل كمـا فعلنا في الابريق الذي لايقبل بالدبات والفثيونات فعلنا(٧) ذلك فانه يمكننا ان نتخذ الدبات والابواب في هذه الجرة كما فعلنا في الابريق الذي لا يقبل ان شا الله(٨) .

وها هنا عمـل اخر | سنصفه فيما بعـد ان شا الله يصلح للاواني التي 16 R(T)
تحتاج ان يصب فيها الوان من موضع واحـد ولا يختلط ويستقيم هذا الفثيون للحمامات .

(٦) ف : غير واردة
(٧) ف : فعلمنا
(٨) ف : تزيد هنا جملة خارجة عن الموضوع :
< وان شينا ان نعمله بالعمل الثالث من اعمال الابريق الذي لا يقبل فعلنا ذلك فافهم ذلك >



الرسم ٢٠
(عن المخطوطه ط)

ملاحظــات

النص واضح والرسم صحيح ولا يحتاج الشكل الى شرح إضافي .

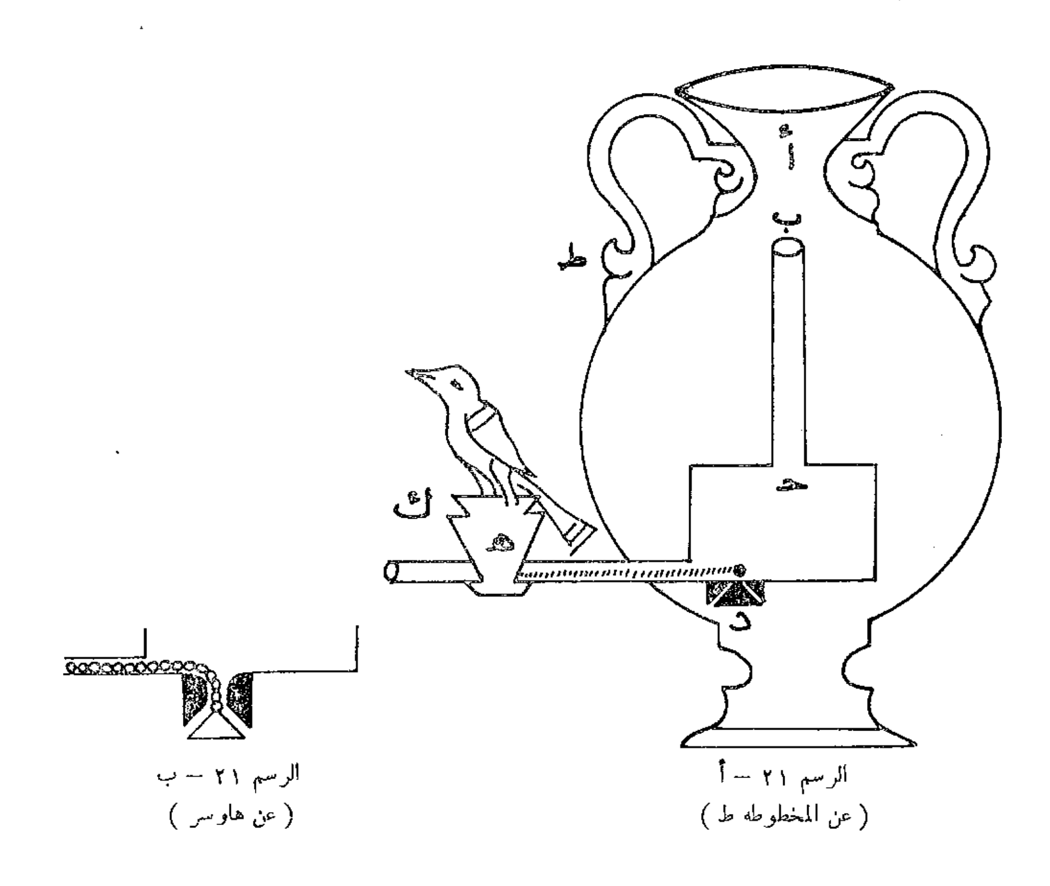
الشكل الواحد والعشرون (كا)

نريد ان نبين كيف نعمل جرة لها فثيون(١) يصب فيها الما فاذا فتح الفثيون يجرى منه رطل من ماثم ينقطع فلا يسيل من البزال شي وان(٢) اغلق البثيون ثانية ثم فتح ايضا يجري منه رطل ايضا ثم ينقطع وكذلك(٣) لا يزال .
فنعمل لذلك مثال جرة عليها علامتي ا ط ونعمل في اسفلها حوض صغير يسع اي مقدار شينا وليكن في هذه الجرة < حوض يسع >(٤) مقدار رطل كما ذكرنا قبل وعلى الحوض علامتي جـ د وليكن الفثيون متصل بهذا الحوض ملتصق(٥) به وعليه علامة ك ونخرج من اعلا الحوض انبوب نافذ الى الحوض ملتصق به عليه بج ونعمل في اسفل حوض جـد عند علامة د باب مطحون كما عملنا في غير موضع ويكون انفتاحه الى اسفل على مثال ما صورنا وعليه علامة د ونصل ما بين الذكر من الباب الذي عليه د الى الذكر الداخل في فثيون ك وهو الذي عليه هـ بسلسلة ونلصق السلسلة بالذكرين جميعاً .
ونقدر طول السلسلة تقدير محكم لكي اذا ادير الذكر من فثيون ك حتى ينفتح فثيون ك ينطبق الباب الذي عليه د واذا اغلق(٦) فثيون ك استرخت السلسلة وانفتح الباب الذيعليه د . فقد تبين انا اذا اغلقنا البثيون الذي عليه ك وصببنا الما من راس الجره يدخل الما من باب د الى حوض جـد فاذا

---

(١) ط : بثيون وفي النص ترد في كل من المخطوطتين كلمة فثيون أو بثيون ، لذلك لن نشير الى هذه الفروق في المواضع الاخرى
(٢) ط : فاذا
(٣) ط : وكذلك ايضاً
(٤) ط : تنقص < حوض يسع >
(٥) ط : ملزق
(٦) ط : انطبق

قطع الصب وفتح فثيون كَ ينطبق باب دَ ويجري الما الذي في حوض جدَ من فثيون كَ وهو رطل ويدخل الهوا من انبوب بجَ الى الحوض ومنه يخرج(٧) 15 R (V)
الهوا ايضا اولا عند دخول الما في الحوض وكذلك ايضا اذا(٨) اغلق فثيون كَ ينفتح باب دَ ويدخل الما في حوض جدَ ويعود الفعل وكذلك لايزال . وذلك ما اردنا ان نبين . وقد يجوز ان نعمل هذا العمل في بثيونات الحمامات وغيرها وفي المتوضيات وسنصف لها صنعة أخرى < ان شا الله >(٩) .



الرسم ٢١ — ب
(عن هاوسر)

الرسم ٢١ — أ
(عن المخطوطه ط)

---

(٧) ف : خرج
(٨) ط : إن
(٩) ف : تنقص < ان شا الله >

ملاحظـــات

(١) يجب ان يمتد الانبوب $\overline{\text{ب ج}}$ بحيث يصل الى اعلى الجرة .

(٢) هناك تفاصيل غير مذكورة في النص حـــول كيفية تصميم الفشيون لكي يقوم بالمهمة المطلوبة . والرسم (٢١ — ب) يبين كيف يمكن ان يكون تصميم الباب المطحون الذي يجب ان يكون منخفضا عن ارض الحوض وله امتداد قصير الى الاسفل مع تـدوير مناسب من اجل مرور السلسلة . كذلك لا بد ان يكون ذكر الباب ثقيلاً لدرجة كافية لكي يهبط بسهولة في وسط مقاومة السائل .

17 R (T)

الشكل الثاني والعشرون (كب)

ولهذه الجرة صنعة اخرى افضل من هذه الصنعة التي وصفناها ويصلح ان تعمل في الحمامات والمتوضيات وما اشبه ذلك . فنعمل لذلك مثال جرة عليها علامة[١] ع ونعمل فيها حوض عليه علامة فن ويكون هذا الحوض يسع رطل ولو اردنا ان نصيره يسع اكثر من ذلك باي مقدار شينا فعلنا ذلك . ونصل بهذا الحوض الفثيون وليكن الذكر من الفثيون وهو الذي عليه[٢] علامات د ا ب مجوف وليكن في الانثى ثقبي و ه متقابلين ونثقب في الذكر ثقب عليه د ويكون هذا الثقب في السطح الذي عليه[٣] ثقبي ه و ونلصق باعلى الذكر من الفثيون قضيب منعطف كما يعمل الناس البثيونات[٤] وعليه سحت وبهذا القضيب ندير الفثيون حتى ينفتح وينغلق وليكن هذا القضيب الذي عليه سحت مع ثقب ه د و في سطح واحد اذا ما صارت الثقب في خط واحد وهو الوقت الذي ينفتح فيه الفثيون ونثبت الفثيون على هذه الحال وهي حال فتحه ونخرم خرم حيال ثقب و في الذكر وعليه علامة ا ويكون قدر ثلث الدور لكي ان[٥] ادير الفثيون ليغلق وزال ثقب د عن ثقب ه الى اي الجانبين كان وانما ينغلق الفثيون اذا زال ثقب د عن ثقب ه ونقدر الخرم الذي عليه ا تقديرا وهو مقدار ثلث الدور ونحوه حتى يكون اذا اغلق الفثيون يكون الخرم الذي عليه ا مفتوح الى ثقب و ونخرم < في الذكر >[٦]

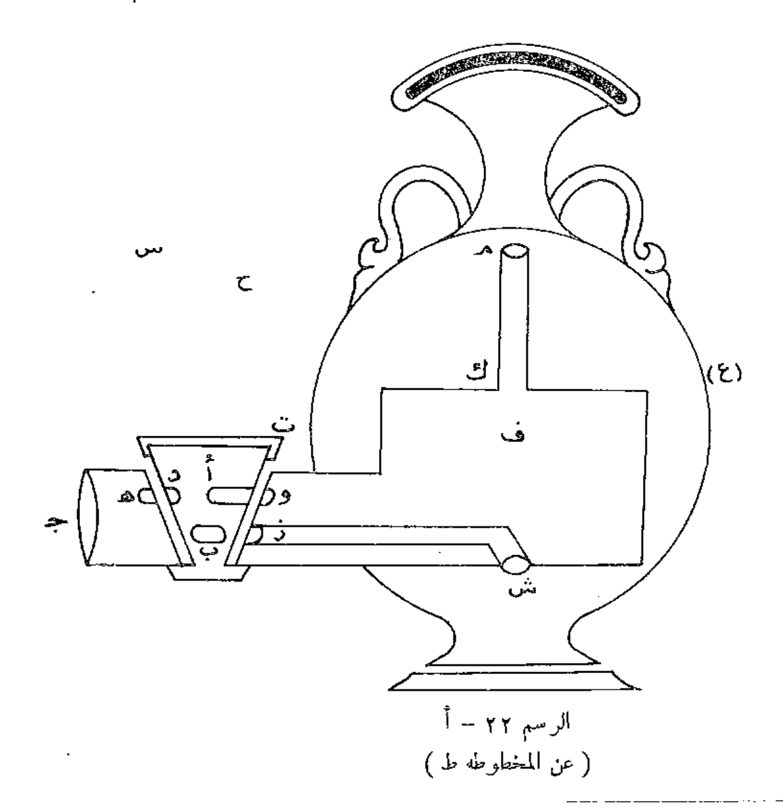
---

(١) ف : غير واردة
(٢) ف : فيه
(٣) ف : فيه
(٤) ف : للفثيونات
(٥) ف : اذا
(٦) ف : تنقص < في الذكر >

خرمين متقابلين يكون كل واحد منهما قدر ربع الدور عليهما علامة بَ في سطح اسفل من سطح هـ دَ و وسطح هـ د و هو السطح الذي فيه الخرم الذي عليه آ . ونثقب في الانثى ثقب عليه زَ اسفل من ثقب وَ وليكن مع خرمي بَ < في سطح واحد لكي اذا ادير الفشيون ليغلق الى احـــد الجانبين كما نغلق سائر الفشيونات يقع أحد خرمي بَ >(٧) على ثقب زَ . ونصل بثقب زَ انبوب الى داخل الحوض وينفذ من(٨) الحوض الى الجرة وعليه ز شَ . ونخرج من 17 V (T)
اعلى حوض فَ من موضع كَ انبوب نافذ الى الحوض وينتهي الى اعلى الجرة وعليه علامتي ك م(٩) ويكون هذا الانبوب هو الذي يدخل منه الهوى ويخرج منه ايضا . فقد تبين انا اذا ادرنا الفشيون فاغلقناه يزول ثقب دَ عن موضع(١٠) ثقب هَ ويكون في هذا الوقت الذي هو وقت غلق الفشيون ثقب وَ ينفذ الى داخل الذكر من الفشيون من الخرم الذي عليه علامة آ ويكون احد خرمي بَ ينفـــذ ويشارك انبوب ز شَ فمتى(١١) اغلقنا الفشيون ثم صببنا الما من راس الجرة حتى يصب فيها اي مقدار شينا بعد ان لا يبلغ الما الى طرف الانبوب الذي عليه علامة مَ فان الما يجري في انبوب شزَ الى داخل فشيون ا د بَ < من أحد خرمي بَ ويرجع فينفذ من خرم آ >(١٢) الى ثقب وَ وينفذ في ثقب وَ الى حوض فَ حتى يمتلي حوض فَ فاذا امتلا حوض(١٣) فَ وفتح الفشيون ينسد ثقب زَ فلا يجري في انبوب شزَ < من الما شي >(١٤) لانه قد زال عنه موضع الخرمين اللذين عليهما علامتي بَ وصـــار اليه الموضع الذي ليس

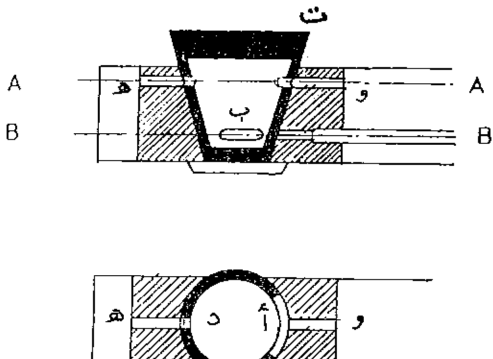
(٧) ط : تنقص العبارة < في سطح ...... أحد خرمي بَ >
(٨) اضيفت كملة (من) (المحقق)
(٩) ط ، ف : كفَ وهو تصحيف وبموجب الرسم صححت الى ك مَ
(١٠) ف : غير واردة
(١١) ف : حتى
(١٢) ط : تنقص هذه العبارة
(١٣) ف : جوف
(١٤) ف : شي من الما

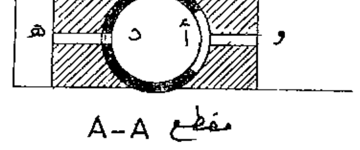
بمخرم من الذكر فيسد ثقب زَ ويجري الما الذي في حوض فَ من ثقب وَ في خرم اَ وينفذ من ثقب دَ وثقب هَ ويجري في الفثيون ابدا حتى ينفذ الما الذي في حوض فَ فاذا نفذ الما الذي في حوض فَ ينقطع الفثيون فلا يجري منه شي من الما فاذا اغلق عاد الما يجري في انبوب شزَ كما وصفنا قبل حتى يرجع الى حوض فَ < ويمتلي حوض فَ >[١٥] فاذا فتح يفرغ الحوض كما وصفنا وكذلك لا يزال . وذلك ما اردنا ان نبين < فافهم ذلك >[١٦] . ويستقيم ان نعمل هذا العمل في المتوضيات والحمامات وغير ذلك وان يستعملها < من يريد شرب >[١٧] النبيذ< وغيره من ساير الاشربه فافهم ما وصفنا >[١٨] .



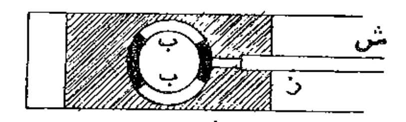
الرسم ٢٢ – أ
(عن المخطوطه ط)

(١٥) ط : تنقص هذه العبارة
(١٦) ف : غير واردة
(١٧) ف : من يشرب
(١٨) ف : غير واردة





مقطع A-A



مقطع B-B

الرسم ٢٢ — ب

(عن هاوسر)

ملاحظـات

(١) يعطى هذا التصميم كميات محـددة الحجم من الشراب او السائل في كل مرة . لذلك يفترض ان يكون حجم الحوض ت أقل مما هو مبين في الرسم .

(٢) تبين الرسوم التوضيحية ٢٢ — ب مقاطع في الفنيون واوضاع الثقوب واسلوب عملها . وباستخدام الرسوم التوضيحية بالاضافة الى النص يصبح فهم الجهاز سهلاً .

18 R (T)

الشكل الثالث والعشرون (كج)

نريد(١) ان نبين كيف نعمل قدح يسع رطل او رطلين او اي مقدار(٢) شينا اذا اخذه الحاذق بعمله فصب فيه اوقية او اقيتين شراب يمتلي ويظهر لجميع من يراه انه(٣) ملا فيشربه ، فاذا اخذه الجاهل بعمله لم يمتلي الا بمثل مقدار مساحته من الشراب . فنعمل لذلك مثال قدح يسع رطل عليه علامات وَ حَ طَ كَ ونقطعه بصفيحة دون اعلاه عليها علامة حَ طَ ونلصق على راس القدح صفيحة مغربلة عليها وَ كَ ونثقب حول صفيحة طَحَ بالقرب من سطح القدح في الدايرة الواسعة عدة ثقب كما يدور القدح ونخرج من كل ثقب انبوب ملصق به ينتهي الى قريب من اسفل القدح ليكون النبيذ اذا صب على الصفيحة المغربلة يجري الى صفيحة حَ طَ وينصب في هذه الانابيب الكثيرة الى جوف القدح ومن هذه الانابيب يكون خروج النبيذ في وقت شربه . فاذ قد بينا هذا فانا نقتصر من جميع هذه الانابيب والثقب ولا سيما اذ نريد ان تكون صورة المسطوح تقوم مقام صورة(٤) القدح فنثقب في صفيحة حَ طَ 18 V (T) بعض الثقب التي ذكرنا وليكونا(٥) ثقبي زَ هَ ونخرج منهما انبوبي زَ اَ هَبَ الى اسفل القدح حتى يقارب المماسة ونركب في وسط صفيحة وَكَ المغربلة

---

(١) ف : يبتدىء هذا الشكل بالكلام التالي : < هذا الكتاب الثاني من كتاب ابي الحسن احمد بن موسى المنجم رحمه الله في الحيل للعفريت الفيلسوف احمد بن حياة امها . بسم الله الرحمن الرحيم >

(٢) ف : قدر

(٣) ط : تنقص < انه >

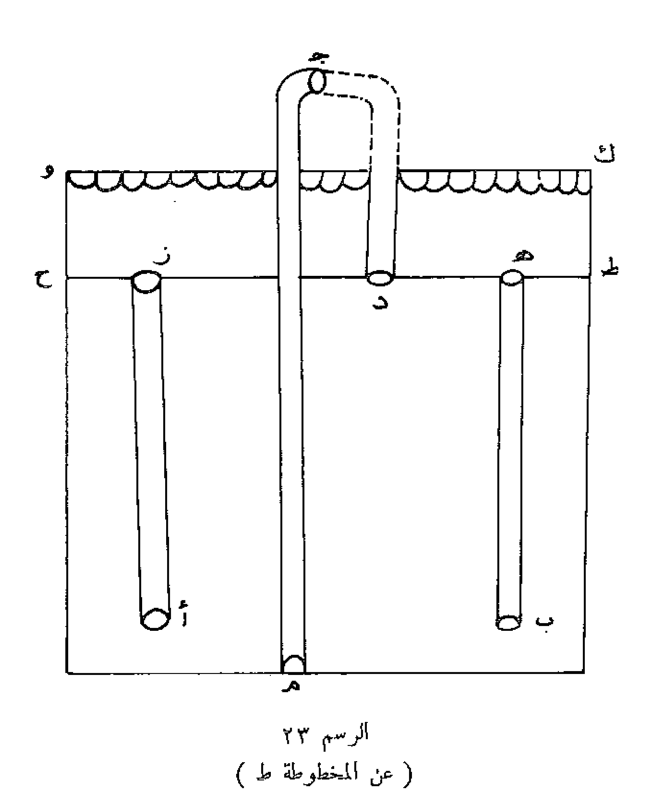
(٤) ف : صور

(٥) ط : ولتكن

تمثال وليكن في هذه الصورة التمثال بطة(٦) ولو عملنا مكان البطة تفاحة او سفرجله او اترجه او غير ذلك مما يشبه ما ذكرنا لكان في ذلك بلاغ لما اردنا .
وليكن على البطة علامة جَ ونثقب في اسفل القدح ثقب صغير خفي عليه علامة مَ ونخرج من ثقب مَ انبوب يرتفع حتى ينفذ سطح حَ طَ ويدخل في احد رجلي البطة وينعطف ويخرج من الرجل الاخرى وينهي ايضا في انعطافه الى صفيحة حَ طَ وينفذها ايضا وعليه علامات مجد فقد تبين انا اذا صببنا الشراب على صفيحة وَ كَ المغربلة يسيل الشراب من الثقب الى صفيحة حَ طَ ويجري في انبوبي زَ اَ هَبَ الى القدح ويخرج الهوى الذي في القدح في انبوب دَجَمَ فمتى سد الانسان ثقب مَ من غير ان يعلم به احد ينقطع الشراب فلا ينزل الى القدح < منه شي >(٧) ويبقى كل شي ينصب فوق صفيحة حَ طَ ويعلو الشراب من ساعته فوق الصفيحة المغربلة لانا نجعل صفيحة وَ كَ قريبة من صفيحة حَ طَ فيظهر للناس ان القدح قد امتلا ويشربه من احب فمتى لم يسد ثقب مَ لا يزال الشراب يسيل في القدح حتى يمتلى بالحقيقة القدح فيشربه الجاهل بعمله وهو لا يعلم(٨) . وذلك ما اردنا ان نبين وقد < صورنا مثال ذلك >(٩) هذا القدح على هذه الصورة التي مثلناها وقد ينبغي لمن اراد(١٠) صنعة القدح ان يجعل الصفيحة المغربلة || اسفل من راس القدح باصبع او 19 R (T)
اصبعين .

---

(٦) ف : هو بطة
(٧) ف : شي منه
(٨) ف : تزيد < ذلك >
(٩) ف : < مثلنا مثال >
(١٠) ف : يريد



الرسم ٢٣
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات

(١) اشار المؤلف بوضوح الى استخدامه عدداً كبيراً من الانابيب على محيط قرص القدح ح ط . ولكنه مثل في الرسم اثنين منها فقط وهما ز ا و هـ ب وذلك لضرورات الرسم، حيث اكتفى المؤلف برسم المسقط الرأسي . ولو انه رسم المسقط الافقي لظهـــرت الانابيب كلها . ولم يستخدم بنو موسى المساقط الأفقية في كتابهم . وعبر المؤلف عن المسقط الرأسي بكلمة « المسطوح » وقال ان هذا المسقط يعبر عن القدح وان الانبوبين ز ا و هـ ب يعبران عن بقية الانابيب .

(٢) من اجل حسن عمل القدح يجب ان تكون الانابيب المشار اليها دقيقة (ضيقة) حتى لا يدخل من خلالها الهواء اثناء عملية التعبئة .

(٣) يجب ان نلاحظ بان الانبوب م جـ د يمر في قاعدة القدح . وان المسار لهروب الهواء هو د — جـ — م .

19 R (T)

الشكل الرابع والعشرون (كد)

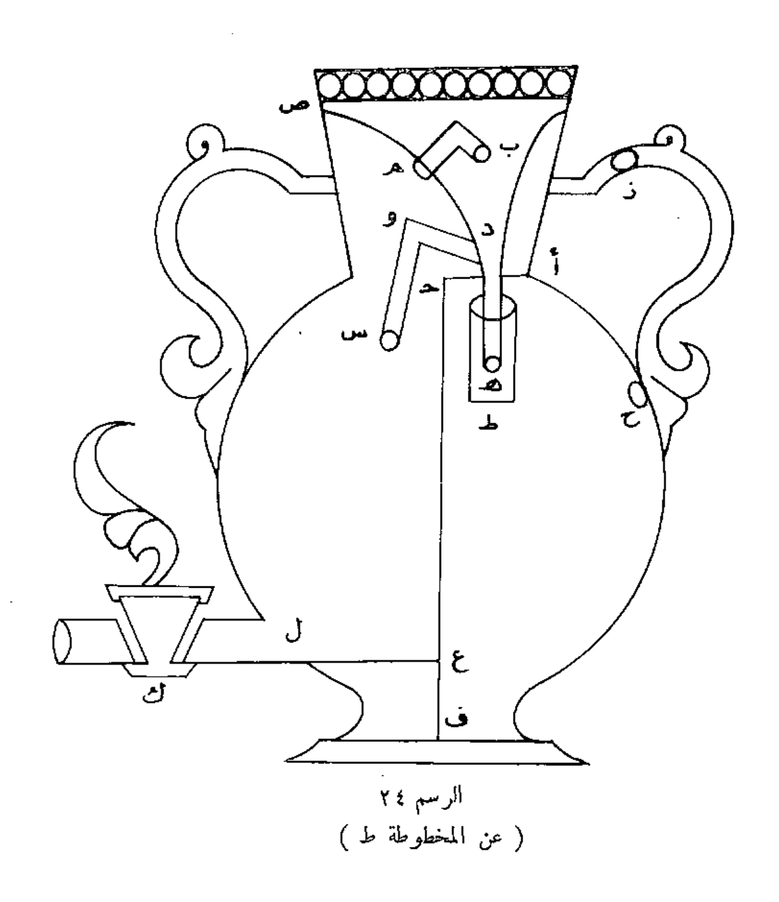
نريد ان نبين كيف نعمل جرة لها بزال اذا صُب فيها اي لون كان من انواع الرطوبات ثم فتح البزال فلا(١) يجري من البزال شي فاذا صب فيها الشراب ثم فتح البزال يجري منه الشراب . فنعمل لذلك مثال جرة علي راسها علامة صَ ونلصق على راسها صفيحة مغربلة ونعمل تحت الصفيحة قمع كما عملنا في غير شكل وعلى راسه علامة هَ(٢) ونقطع وسط الجرة بصفيحة في السمك عليها جف حتى تنتهي الى اصل عنق الجرة ونطبق احد النصفين بصفيحة عليها اج وليكن القمع نافذ في هذه الصفيحة ونلصق على راس القمع غلاف صغير عليه ط ه ونثقب في الجرة ثقب نافذ الى العروة الملتزقة(٣) على نصف الجرة الذي فيه القمع وعلي الثقب علامة حَ ونثقب في العروة ثقب عليه زَ ولتكن العروة محكمة العمل والجرة ايضا لكيلا يداخلها الهوى من غير المجاري التي تعمل لذلك ‖ ونقطع اسفل النصف الاخر بصفيحة عليها 19 V (T) علامتي عَل ونخرج من فوقها بزال ل كَ ونثقب في القمع ثقبين عليهما دَم ونخرج من نقطة دَ انبوب يرتفع وينعطف الى نصف الجرة الذي(٤) فيه علامتي لَس وعليه د وس ونخرج من ثقب مَ انبوب على مثال ما صورنا في القمع وعليه م ب ليخرج منه الهوى . فقد تبين انا اذا صببنا اي لون شينا(٥) من الرطوبات يجري في القمع ويسيل من انبوب ط ه الى نصف الجرة الذي

---

(١) ط : لا
(٢) ف : ه ط
(٣) ف : الملتصقة
(٤) ط : التي
(٥) ف : كان

فيه علامات حطه ولا تزال الالوان تنصب في هذا النصف من الجرة فمتى[٦] اردنا ان نصب الشراب فينبغي ان نسد ثقب ز من غير ان يعلم بذلك احد من الناس اما بالاصبع < واما بشمع واما بما اشبه ذلك >[٧] فاذا سددنا ثقب ز ثم صببنا الشراب لا يجري منه شي الى نصف الجرة الذي فيه علامات حطه لان ثقب ز الذي منه كان يخرج الهـوى مسدود فلذلك اذا صب الشراب يرتفع في القمع ويجري في انبوب د و س المنعطف ويخرج الهوى من انبوب مب ويبقى الشراب في نصف الجرة الذي عليه علامتي س ل ومنـه مخرج[٨] البزال فاذا فتح البزال يجري منه الشراب ، وقبل ذلك لو فتح ما كان يخرج منه شيا مما صُب في الجرة لان جميع تلك الالوان انما انصبت الى نصف الجرة الذي فيه علامات حطه ، وقد تبين مما وصفنا انه يمكن الانسان من هـذه الحيلة ان يعمل جرة < لها بزال >[٩] مفتوح ويصب باسم واحد واحد من الناس على الدور أو على قرعة قدح شراب من راس الجرة ويقال ان من خرج على بخته الشراب من البزال فينبغي أن يشربه فاذا اراد الساقي ان يسقى احداً فينبغي || ان يسـد ثقب ز فان الشراب عند ذلك يجري في انبوب د و س 20 R(T)
المنعطف ويخرج من البزال واذا لم يريد ان يسقي احدا صب القدح من راس الجرة ولا يسد ثقب ز فعند ذلك يجري الشراب الى نصف الجرة الذي فيه علامات حطه ولا يخرج من البزال شي وقد تبين ايضا بشبيه بهذه الحيلة انا ان[١٠] اردنا ان نصب في الجرة عدة الوان لون بعد لون[١١] من موضع واحد فلا يختلط فعلنا ذلك وعملنا لكل لون حوض مفرد مطبق وصيرنا منه انبوب للهوى الى ثقب مفرد في عروة الجرة وذلك ما اردنا ان نبين .

(٦) ف : حتى
(٧) ف : < واما بشي من الشمع وما اشبهه >
(٨) ف : يخرج
(٩) ف : بزالها
(١٠) ف : متى
(١١) ف : اخر



الرسم ٢٤
(عن المخطوطة ط)

الشكل الخامس والعشرون (كه)

نريد ان نبين كيف نعمل قدح يفعل مثل فعــل القدح الذي ذكرناه قبل وهو اذا شا الحاذق بعمله ان يصب فيه الشراب فيمتلي من مقدار يسير ويظهر للناس ذلك ويشربه ومن يراه من الناس يظن انه قد شرب مــلاه ، فاذا اخذه باقي من في المجلس وشربوا به يشربون ملاه بالحقيقة . وايضا فان الحاذق(١) بعمله اذا صب هو(٢) لنفسه أو صب له الساقي بالحقيقة(٣) ملاه فانه يشرب منه شيا يسيرا ان اراد ذلك وكل من يراه يظن انه قد شربه كله . ||

20 V (T) فنعمل لذلك مثال قدح على المقدار الذي نريد وعليه علامات ف ل م ك س ع ونعمل قــدحاً آخر أصغر قدراً منه في الطول والعرض والسمك بشي يسير وندخل الاصغر في الاكبر ونقلبه فيه قلباً يصير راس القدح الصغير قريباً من اسفل القدح على مثال ما صورنا . وعلى راس القدح الصغير علامتي طج وعلى < اسفل الكبير >(٤) علامتي مك وليكن بينهما مقدار يسير قدر شعيرة او اكثر قليلا وليكن بين اسفل القدح الصغير وعليه علامتي اب وبين راس القدح الكبير وعليه علامتي فع في الارتفاع مقــدار اصبع واحدة ونحوها وليكن بينهما في الاستدارة اعني بين غلظ اصطوانة(٥) القــدح < الكبير وبين غلظ اصطوانة القدح >(٦) الصغير قدر(٧) طول شعيرة كما يدور ونحو

---

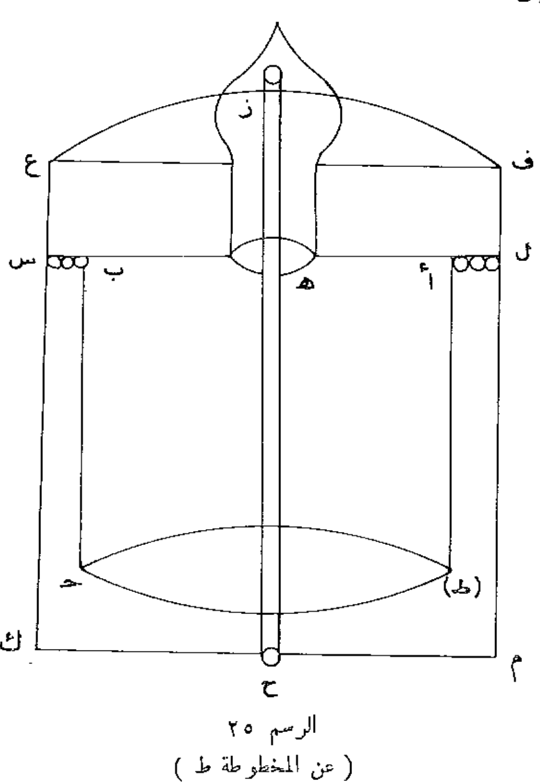
(١) ط : الحاذق أيضاً
(٢) ط : فيه
(٣) ط : تنقص < بالحقيقه >
(٤) ف : < اسفل القدح الكبير >
(٥) ف : اسطوانة
(٦) ف : تنقص هذه العبارة
(٧) ط : هو قدر

ذلك . غير انا نصير في قاعدة < القدح الصغير وهو اسفله >[٨] الذي عليه آب فضلة قدر طول شعيرة كما تدور وهي فضلة آل < ونثقب هذه الفضلة كما تدور كالصفحة المغربلة >[٩] لكي يكون مدخل الشراب وخروجه من هذه الثقب . ونلصق قاعدة[١٠] القدح الصغير والفضله كما يدور مع سطح القدح الكبير في موضع المماسة كما يدور < لزقا محكما ثم نثقب >[١١] في اسفل القدح الكبير ثقبا عليه حَ خفي ونثقب في اسفل القدح الصغير ثقباً عليه هَ ونعمل شبيه بشكل اترجة مجوفة على مثال ما صورنا . وفي اسفلها ملصق بها < على مثال ما >[١٢] صورنا انبوب وعلى الأترجة علامتي زَ هَ ونلصق طرف الانبوب المتصل بالاترجة بالثقب الذي عليه علامة هَ < لزقا محكما >[١٣] ونعمل انبوب عليه حزَ ونلصق طرفه الذي عليه حَ بثقب حَ وليكن طرفه الذي عليه زَ غير مماس لراس الاترجه ولكن[١٤] يكون يقصر عن ذلك غير ان طرف الانبوب الذي عليه زَ ينبغي ان يصير أرفع من سطح دايرة راس || القدح الكبير الذي عليه قَع بشي يسير . فقد تبين انا اذا صببنا[١٥] 21 R(T)
الشراب من راس القدح الكبير يجري من الثقب الصغار التي فيما بين منتهى قاعدة القدح الصغير الى موضع[١٦] لسَ وهي الفضلة بين غلظ اصطوانة[١٧] القدح الكبير على غلظ اصطوانة[١٨] القدح الصغير فمتى سد ثقب حَ امتنع

---

(٨) ط : < القدح اسفله >
(٩) ف : غير واردة
(١٠) ط : تزيد < لسَ التي هي قاعدة >
(١١) ف : لصاق محكم ونثقب
(١٢) ط : على ما
(١٣) ف : لصاق محكم
(١٤) ط : ولكي
(١٥) ط : اردنا صببنا
(١٦) ف : موضعي
(١٧) ف : اسطوانة
(١٨) ف : اسطوانة

الشراب فلا يجري منه الى القدح شي فيخيل الى الناس(١٩) ان القدح قد امتلا. وايضا فان شا الانسان اذا ملاه ان يقلبه < قلب شديد كانه يفرغ في فيه >(٢٠) فيبقى الشراب مجتمع في القدح الصغير ويظن الناس(٢١) انه قد تفرغ وذلك ما اردنا ان نبين .



الرسم ٢٥
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات

وردت على هامش نهاية الشكل في المخطوطة ف العبارة التالية الى جانب الرسم :
< . . . وفي هذا العمل بعينه ان الصق على راس القدح الاصغر وهو الذي عليه طحـ صفيحة مغربلة مثقبة بثقب صغار على مثال ثقب السحارة فانه يكون أحمد واصلح فيما يراد > .

(١٩) ف : الانسان
(٢٠) ف : < قلباً شديداً كانه يفرغه في فمه >
(٢١) ف : غير واردة

الشكل السادس والعشرون (كو) 21 R (T)

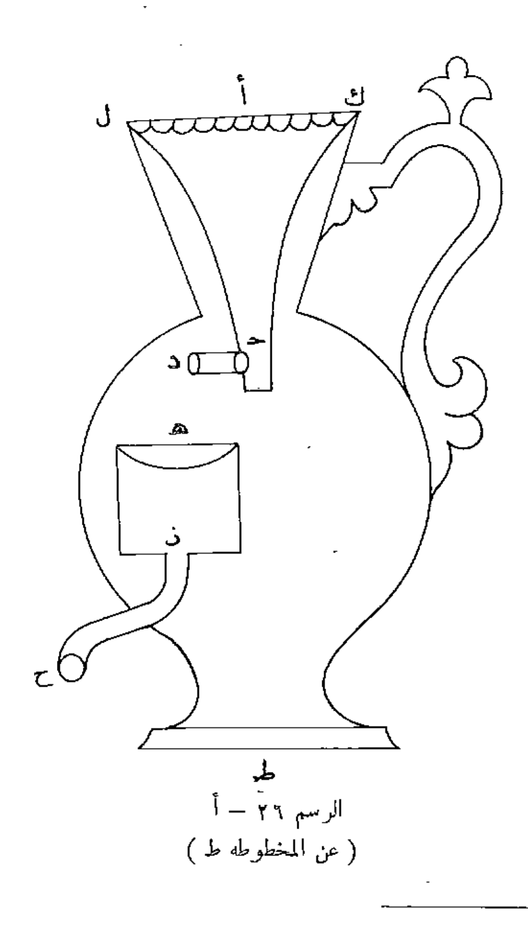
صنعة كوز له بزال اذا صب فيــه الما أو(١) الشراب فربما يجري من البزال اذا اراد الذي يصب في الكوز ذلك فان اراد ان لا يجري من البزال لم يجري منه شي وان احب ايضا الحاذق بعمله ان يقول لمن بحضرته(٢) ما الذي تحبون اذا صببت الما او(٣) الشراب أن يجري من البزال شي او لا يجري منه شي فاي شي طلب(٤) منه فهو الذي يكون وقد يصلح ان يستعمل هذا الكوز من يريد شرب الانبذة وذلك ان الساقي يصب لكل واحد قدحه فمن(٥) خرج قدحه من البزال سقاه ومن(٦) لم يخرج له يصرف(٧) عنه وان احب < انسان ان يظهر انــه اذا صب في هــذا الكوز ما لم يخرج من البزال فان صب شراب >(٨) خرج من البزال فيفعل(٩) ذلك كما نصف . فنعمل لذلك مثال

21 V (T) كوز || اَطَ ونغطي راسه بصفيحة مغربلة عليها اَ ونعمل تحت الصفيحــة شبيه بالقمــع ملصق بالصفيحة عليه اَلَ كَ جَ وليكن طرفــه الذي عليــه جَ مسدود ونخرج من < موضع جَ انبوب عليه جَدَ شبيه بالميزاب >(١٠) ونجعــل

---

(١) ط : و
(٢) ف : يحضرونه
(٣) ط : و
(٤) ف : يطلب
(٥) ط : فمتى
(٦) ط : ومتى
(٧) غ : فيصرف
(٨) ط : تنقص هذه العبارة
(٩) ف : فليفعل
(١٠) ف : غير واردة

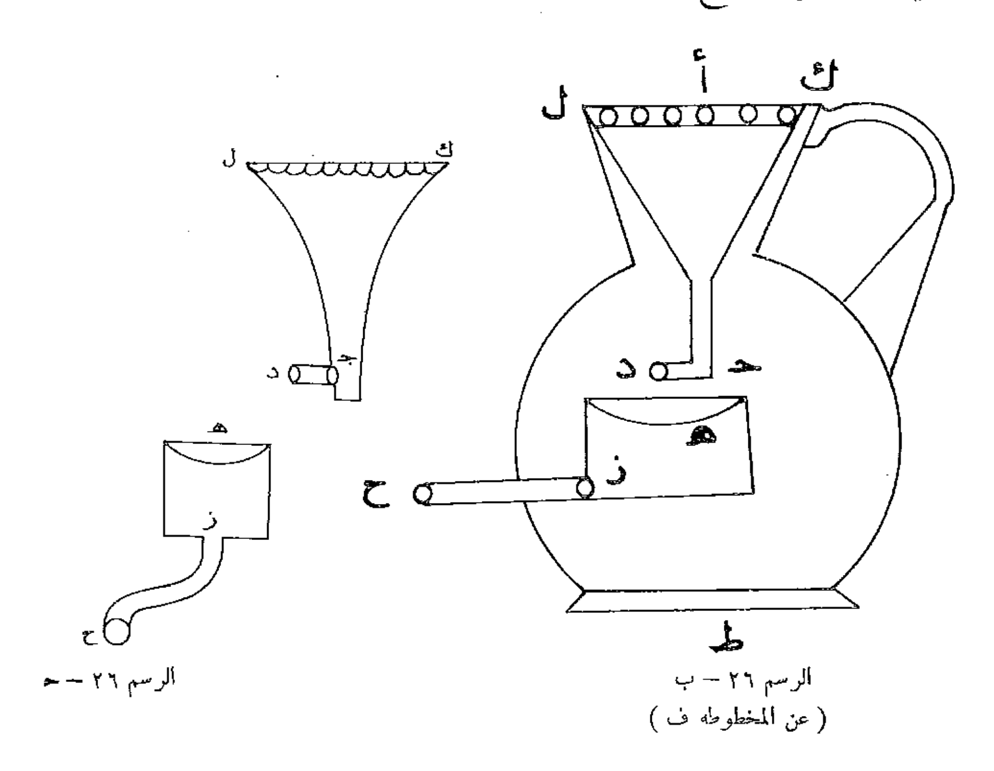
تحت موضع مصبه حوض صغير عليه هـ ز ليكون اذا صب الشراب او الما من راس الكوز يجري في القمع ثم يجري في انبوب جـ د ويقع في حوض هـ ز اذا كان الصب بقوة وحمية شديدة واذا كان الصب ليس بشديد لم يبلغ الشراب او الما الى حوض هـ ز ولكن ينصب في الكوز ولا يبلغ الى الحوض ونخرج من أسفل حوض هـ ز انبوب عليه ز ح يخرج الى خارج الكوز ويكون ما خرج عن الكوز هو البزال . فقد تبين انا اذا صببنا الشراب او الما من راس الكوز بقوة يخرج من بزال ح فان كان الصب قليل قليل او ليس بشديد لم يبلغ الى حوض هـ ز كما ان الميزاب اذا كثر ماه(١١) انصب على بعد



الرسم ٢٦ — أ
(عن المخطوطه ط)

(١١) ف : ماوه

اكثر وان قل ماه انصب على بعد اقل ويستقيم ان نصب بهذا العمل عدة الوان في جرة من موضع واحد فلا < يختلط وذلك >[١٢] ما اردنا ان نبين .



الرسم ٢٦ — ب
(عن المخطوطه ف)

الرسم ٢٦ — حـ

ملاحظات

(١) لكي يتم ما ورد في النص يجب ان يكون الطرف دَ للانبوب جـ دَ بعيداً الى يمين الحوض السفلي هـ زَ كما هو مبين في الرسم (٢٦ — ج) وما لم يتم ذلك فان السائل سوف يقع دائماً في الحوض ولن يقع الى الكوز مطلقاً .

(٢) نجد في الرسم ٢٦ — ب (عن المخطوطه ف) ان الانبوب الافقي جـ دَ يقع في نهاية القمع تماماً ، ولكن التصميم المبين في الرسم ٢٦ — أ (عن المخطوطه ط) أفضل . وفي هذا التصميم الاخير عندما يصب الساقي السائل بلطف فانه تتكون بركة صغيرة من السائل تحت النقطة جـَ ثم يضيف الساقي السائل ببطء زائد بحيث يسيل ببطء شديد خلال الانبوب جـ هـَ ومنه الى الكوز .

(١٢) ف : يختلط ذلك وذلك

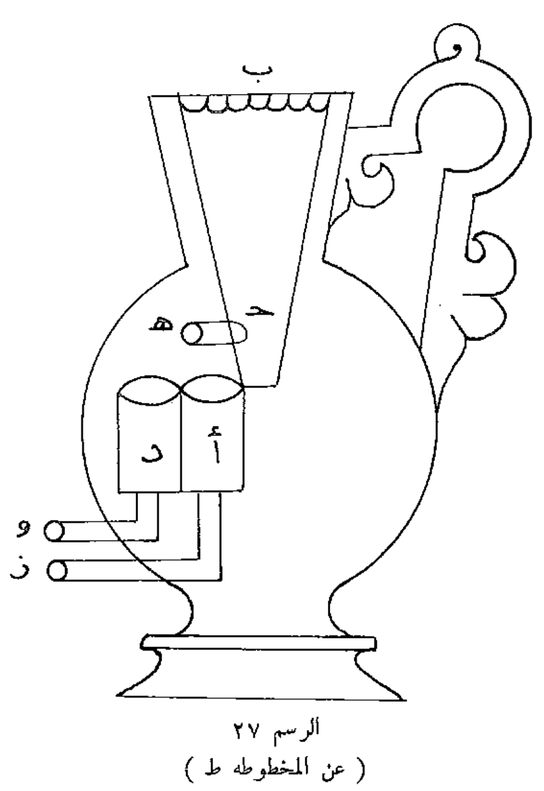
22 R (T)

الشكل السابع والعشرون (كز)

صنعة كوز له بزالين اذا صب فيه < الما اوالشراب >(١) فربما يجري من احد البزالين وربما يجري من الاخر < وربما لا يجرى في أحد منهما شي بتة >(٢) وقد يجوز ان يستعمل هذا الكوز من يريد شرب الانبذة على مثال ما وصفنا في الكوز الذي قبله . فقد يجوز ايضا ان يقول الحاذق بعمل هذا الكوز لمن بحضرته اذا اراد ان يصب الشراب او الما ما تريدون اذا صببت من أي(٣) البزالين تحبون أن يخرج < او أن لا يخرج شى البته >(٤) واي شي طلب(٥) منه فهو الذي يكون . فنعمل لذلك مثال كوز على راسه علامة ب ونلصق على راسه صفيحة عليها علامة ب ونلصق على الصفيحة قمع متصل بانبوب كما فعلنا بالذي قبله وعليه بج ونخرج من انبوب بج انبوب جه(٦) ونعمل حوضين عليهما ا د احدهما ملصق بالاخر ونخرج من كل واحد انبوب يخرج عن الجرة ويكون ما يخرج عن < الجرة هو البزالين >(٧) وعليهما ا ز د و وليكن اذا صب الانسان برفق من راس الجرة الشراب او الما ينصب الى(٨) الجرة فاذا كان الصب < وسطاً ليس >(٩) بالقوي ولا

(١) ف : الشراب او الما
(٢) ط : < في واحد منهما شيء منه >
(٣) ط : أحد
(٤) ف : < الما أو أن يزيدون الا يخرج شى بتة >
(٥) ف : يطلبوا
(٦) ف : غير واردة
(٧) ط : الجرة البزالين
(٨) ف : في
(٩) ط : ضعيف وليس

باليسير ينصب في حوض آ ويجري في بزال زَ واذا كان الصب < قوياً كثيراً > ينصب في حوض دَ ويجري الى بزال وَ فقد تبين انه ربما لا يجري شي اذا صب من راس الكوز الما وربما يجري في بزال زَ وربما يجري في بزال وَ وقد تبين ايضا ان الحاذق بعمل الكوز يستطيع ان يخرج(١٠) ما يريد ويعمل ما يُطلب منه وذلك ما اردنا ان نبين .



الرسم ٢٧
(عن المخطوطه ط)

ملاحظـــات

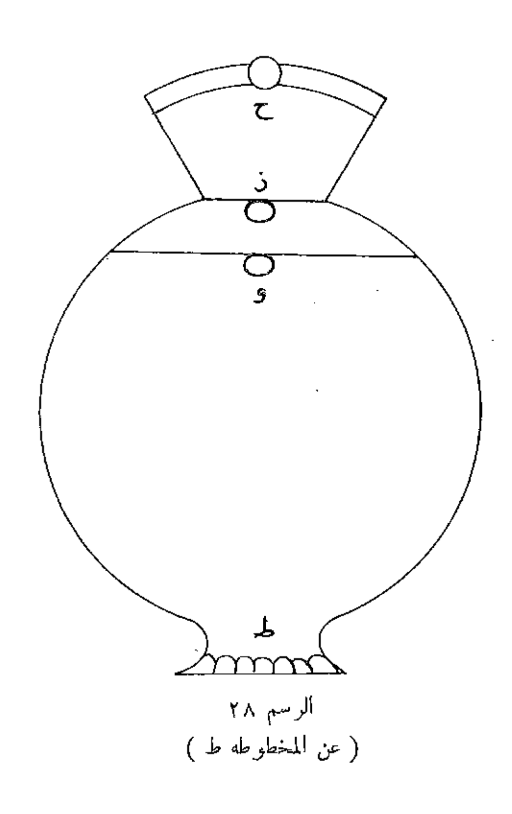
تنطبق نفس الملاحظـــات السابقة التي اوردناها في الشكل ٢٦ بالنسبة لموقـــع الانبوب جـهـ الخارج من القمع ، اذ يجب ان يكون الطرف هـ واقعاً الى يمين الحوض الايمن آ . وتجدر الاشارة ايضاً الى ان قسماً من السائل الذي قد يخصص للحوض دَ لا بد وان يقع جزء منه في الحوض آ .

(١٠) ط : يجرى

الشكل الثامن والعشرون (ع)

صنعة سحارة اذا غمست في الما الواسع(١) يسمع منها < صفير واذا رفعت منه >(٢) ليعمل بها يسمع منها(٣) ايضا صفير < فنعمل لذلك مثال >(٤) سحارة ح ط وفي راسها ثقب عليه ح وفي اسفلها ثقب عدة كما يعمل للسحارات(٥) وعليها علامة(٦) ط ونلصق في عنق السحارة صفارة عليها و ز وعلى ثقبيها علامتي و ز فمتى غمست السحارة في الما يدخل الما من الثقب الى السحارة ويخرج الهوا الذي في السحارة في صفارة و ز فيسمع لذلك صفير كما يسمع للصفارات اذا نفخ فيها ولو اردنا ان يكون مكان الصفير زمر فعلنا ذلك < ان شا الله > (٧) .

(١) ف : تنقص الواسع
(٢) ف : < صغيرا واذا رفعها الانسان عن الما ايضاً >
(٣) ف : لها
(٤) ف : مثال ذلك
(٥) ط : السحارات
(٦) ط : علامات
(٧) ف : < وذلك ما اردنا ان نبين >



الرسم ٢٨
(عن المخطوطه ط)

ملاحظـــات

وصف الجزري بالتفصيل كيفية صنع الصفارات الميكانيكية (انظر المراجع)

22 V (T)

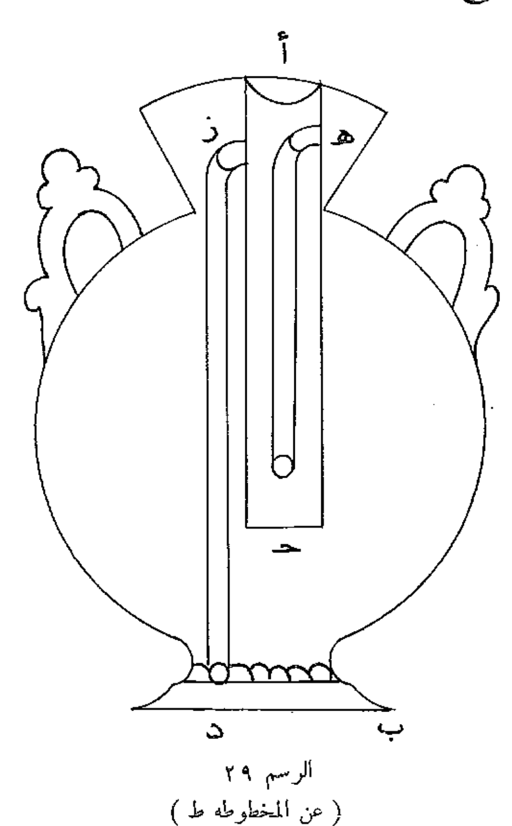
الشكل التاسع والعشرون (كط)

صنعة سحارة ان اخذها الحاذق بعملها وغمسها في الما وأحب ان يكون اذا رفعها عن الما تعمل مثل عمل السحارات ويجري من ثقبها الما فعل ذلك وان احب ان يكون اذا رفعها عن الما لا يجري منها شي فعل ذلك . فنعمل لذلك مثال سحارة عليها اب وفي راسها ثقب عليه ا وفي اسفلها ثُقُب عدة مثل ما يكون في السحارات ونلزق(١) على الثقب الذي في راسها انبوب عليه اجـ ويكون طرفه الذي عليه جـ مسدود ونخرج في(٢) هذا الانبوب انبوب اخر دقيق يرتفع من اسفله الى اعلاه ويخرج من اعلاه الى السحارة حتى ينفذ اليها وعليه جـه . ونخرج من ثقب من الثُقُب التي في اسفل السحارة وهو الذي عليه د انبوبا يرتفع الى اعلا السحارة وينفذ الى(٣) انبوب اجـ وعليه دز(٤) . فمتى اخذها الحاذق بها يغمسها في الما وأحب ان يكون اذا رفعها عن الما لا يسيل(٥) منها شي فينبغي ان يفعل بها احد شيئين اما ان يغمسها ضربة حتى يساوي الما ثقب ز فان الما حينئذ يرتفع في انبوب دز(٦) وينصب الى اسفل انبوب اجـ فيغطى طرف انبوب جـه الذي عليه جـ فاذا غطاه الما وارتفع في الانبوب جـه(٧) فليس يمكن ان يدخل في السحارة شي من الما لانه ليس الى خروج(٨) الهوا الذي في السحارة سبيل لان خروجه انما يكون في انبوب هجـ .

---

(١) ف : ونلصق
(٢) ف : من
(٣) ف : في
(٤) ط،ف : دز و وهو تصحيف
(٥) ف : يجري
(٦) ف : د
(٧) ط : تنقص <جـه>
(٨) ف : أخراج

فاذا ترك الانسان السحارة في الما ما احب ثم رفعها فليس يخرج منها شي . على انه انما يكون فيها من الما شي يسير وان غمسها ايضا قليل قليل حتى يمتــلي ويدخــل الما ايضا الى انبوب اج ثم رفعها[٩] فليس يخرج منها شي لان طرف الانبوب الذي يدخل منه الهوا الى السحارة قد تغطا بالما ومنع الهوا من الدخول الى السحارة . واذا احب ان يغمسها في الما فيكون اذا رفعها عن الما يخــرج منها الما مثل السحارات فينبغي ان يغمسها في المـا ولا يبلغ < بها ان >[١٠] يساوي الما موضـــع ز فاذا < رفعها خرج منها >[١١] المـا كمـــا يخرج من السحارات . وقد تقع هذه في باب الاختيار ايضا وذلك ما اردنا ان نبين .



الرسم ٢٩
(عن المخطوطه ط)

(٩) ف : برفعها
(١٠) ف : بها الى ان
(١١) ف : < رفعها عند ذلك يخرج منها >

ملاحظـــات

(١) يمثل هـــذا الجهاز مبـــدأ توازن الضغوط . ففي التجربة الاولى لاستخدام الجهاز يتم تغطيس السحارة او الوعاء بسرعة في الماء ويسبب الصدم امتلاء الانبوب د ز بالمـــاء وهبوطه الى الانبوب ا ج ويتم بذلك انسداد مجرى الهواء هـ ــ ج ــ ا قبل ان تدخل الى الوعاء اية كمية ذات شأن من خلال القرص المغربل الواقع في الاسفل . وبعد ذلك اذا تركنا الجهاز في الماء فان الماء لايستطيع الدخول اليه اذ انه اصبح منيعاً ضد دخول الماء . فاذا ما رفعنا الجهاز من المـــاء فانه تسيل منه كمية ضئيلة وهي الكمية التي دخلت عنـــد التغطيس السريع المفاجىء من خلال الثقوب .

(٢) وفي التجربة الثانية يتم تنزيل الوعاء ببطء حتى يصـــل مستوى المـــاء الى النقطة ز في الانبوب د ز وعند ذلك يسيل الماء الى الانبوب ا ج . وعندما نرفع الوعاء من الماء فانه يجرى امتصاص بعض الماء من الانبوب ا ج من خلال الانبوب هـ ج حتى تصبح المسافة بين سطح المـــاء في الانبوب ا ج وبين النقطة هـ مساوية لارتفاع الماء في الوعاء فـــوق الصفيحة السفلى المثقبة أو المغربلة . [ولهـــذا السبب يجب ان يكون الانبوب ا ج اطول مما هـــو مبين في الرسم] . كما ان المسافة الرأسية ز هـ يجب ان تكون اكبر قليلاً من المسافة بين ارضية الوعاء وبـــين الطرف ج للانبوب هـ ج وبدون ذلك فان الطرف ز سوف ينكشف . وتبقى كمية كافية من الماء في الانبوب ا ج لاقفال مجرى الهواء وبذلك يمكن ان نرفع الوعاء من الماء دون ان يسيل منه الماء .

(٣) وفي التجربة الثالثة يتم تغطيس الوعاء في الماء بحيث لا يصل الماء الى النقطة ز وبما ان راس الوعاء مفتوح للجو فان الماء يسيل كله من الوعاء عندما نرفعه خارج الماء .

(٤) لا بد من التنويه بالطبع الى اهمية اللحام المحكم المانع للهواء بين الطرف ز للانبوب د ز وبين الانبوب ا ج .

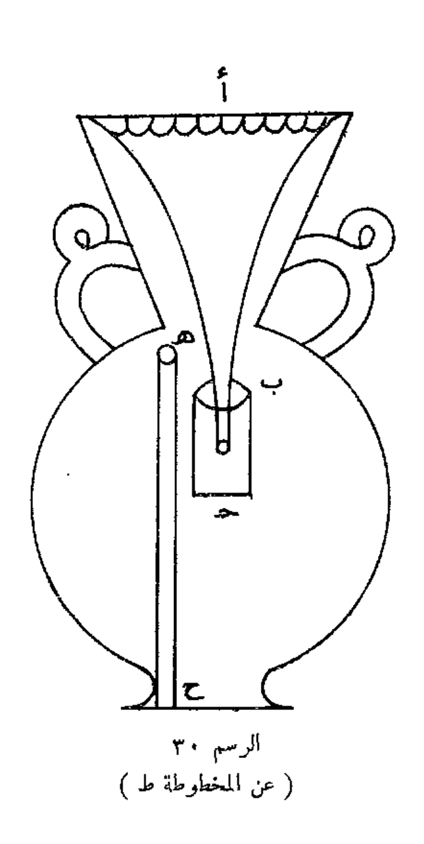
23 R (T)

الشكل الثلاثون (ل)

نريد الان(١) ان نبين كيف نعمل قنينة نصب فيها الشراب فان(٢) اراد الحاذق بعملها || ان يبين(٣) لجميع جلسائه انها قد امتلت من اوقية < أو 23 V (T) نحو >(٤) ذلك فعل وان احب ان يصب فيها < شي كثير ويسقيه لانسان اخر فعل . فنعمل لذلك >(٥) مثال قنينه اَحَ ونلصق على راسها صفيحة عليها اَ ونلصق تحت راس القنينه شبيها بالقمع عليه اَجَ وندخل راسه الذي عليه جَ في انبوب اوسع منه عليه جَبَ ونثقب في اسفل القنينة ثقباً عليه حَ ونلصق عليه < انبوباً يرتفع الى >(٦) اعلى القنينة < وعليه حَ هَ >(٧) فمتى اراد الانسان الحاذق بعملها ان يصب فيها اوقية فيظهر لمن < يراها انها قد امتلت >(٨) فينبغي ان يسد الثقب الذي عليه حَ فانه حين يصب فيها اوقية او اقل من ذلك لا يجري الى القنينة شي من الشراب لانه ليس للهوى سبيل الى الخروج منها فيظهر لجميع من يراها انها قد امتلت(٩) فاذا اخذها الجاهل بعملها فانه يصب فيها حتى تمتلي ثم يشرب جميع ذلك . وذلك ما اردنا ان نبين . وقد < يتبين ان الانسان ايضا ان سد ثقب حَ واقلب القنينة >(١٠) لم

(١) ف : غير واردة
(٢) ف : فاذا
(٣) ف : يظهر
(٤) ف : < واحدة ونحو >
(٥) ف : < شيئاً كثيراً يسقيه انساناً اخر فعل ذلك فلنعمل لذلك >
(٦) ف : انبوباً الى
(٧) ف : عليه حَ
(٨) ف : < يراه انها قد امتلات >
(٩) ف : امتلات
(١٠) ف : < تبين انه ان سد ثقب حَ وقلبت القنينه >

يخرج منها شي ولو كانت ملا(١١) شـــراب ويظهر لكل من يراها أنها قـــد تفرغت من الشراب .



الرسم ٣٠
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات

(١) أنظر المقدمة (فصل المبادىء) حيث بحثنا تطبيقات السيفون المتمركز المستخدم في هذا النموذج .

---

(١١) ف : ملانة

23 V (T)

الشكل الواحد والثلاثون (لا)

نريد أن نعمل قنينة لها راسين نصب < فيها من >(١) احد الراسين الشراب < ومن الاخر >(٢) ما فاذا اقلبت(٣) خرج من الراس الذي صب فيه(٤) الما شراب ومن الراس الذي صب فيه(٥) الشراب ما . فنعمل لذلك مثال قنينة عليها اب كط وعلى راسها علامتي اب ‖ ونقطع وسطها(٦) 24 R (T) بسطح عليه كط < وليكن هذا فصل فيما بين >(٧) الراسين ونثقب في السطح الذي هو < فصل فيما بين >(٨) الراسين ثقبين عليهما < زج ونخرج من القسم الذي عليه علامة ب من ثقب ج انبوب يدخل في راس القنينة الذي عليه ا يبلغ الى موضع د ويكون على المثال الذي صورنا . ونخرج من النصف الذي عليه علامة ا من موضع ثقب ز انبوب يدخل في راس القنينة الذي عليه ب ويبلغ الى موضع ه >(٩) على المثال الذي صورنا . ونصل باسفل راس القنينة الذي عليه ب < انبوب ينتهي >(١٠) الى قريب

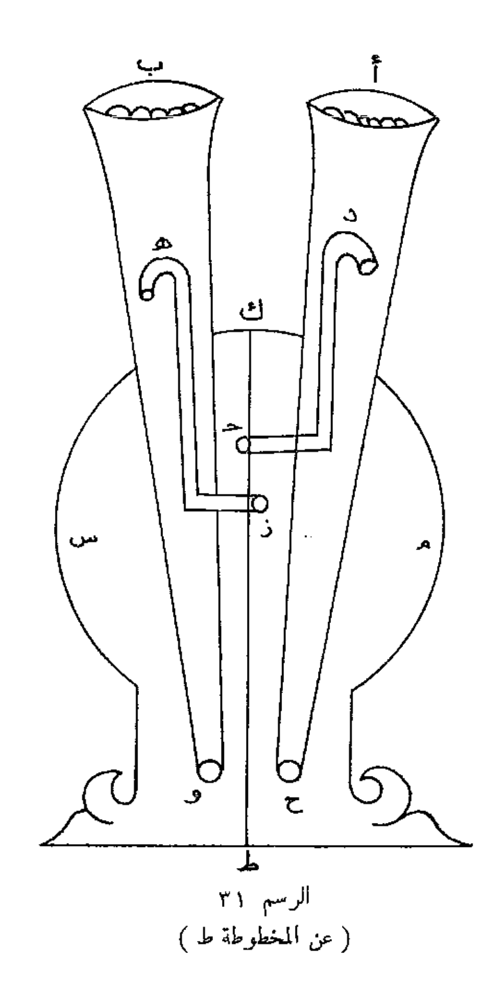
---

(١) ف : في
(٢) ف : ومن الراس الاخر
(٣) ف : قلبت
(٤) ف : منه
(٥) ف : غير واردة
(٦) ف : راسها
(٧) ف : وليكن هذا فصلا بين
(٨) ف : الفصل بين
(٩) ف : زد ونخرج من الراس الذي عليه علامة ز من موضع ثقب ز انبوباً يدخل في راس القنينة الذي عليه ب ويبلغ الى موضع ه ونخرج من الراس الذي عليه علامة د من موضع ثقب د انبوباً يدخل في راس القنينة الذي عايه ا ويبلغ الى حوض ج .
(١٠) ف : انبوباً لينتهي .

من اسفل القنينة الى موضع وَ ونصل باسفل راس القنينة الذي عليه آ انبوب ينتهي الى موضع حَ . فقد تبين انا اذا صببنا الما من موضع آ يجري في انبوب آ ح في نصف القنينة الذي فيه < علامتي ح م >[١١] ويخرج الهوى من انبوب ز ه واذا صببنا الشراب في راس القنينة الذي عليه بَ يجري الى نصف القنينة الذي فيه[١٢] و س ويخرج الهوى من انبوب جـ د[١٣] فاذا اقلبت يجري الشراب في انبوب جـ د ويخرج[١٤] من راس آ الذي منه صب الما ويجري الما في انبوب ز ه وينصب من راس بَ الذي فيه[١٥] صب الشراب وذلك ما اردنا ان نعمل[١٦] وقد يستقيم ان يصير هذا العمل في قنينة لها راس واحد ولكن يكون[١٧] فيه ثقبين < يشبّه بالراسين وذلك ما اردنا ان نبين >[١٨] .

---

(١١) ف : علامة ا ح م
(١٢) ف : عليه
(١٣) ف : جـ ه
(١٤) ف : وينصب
(١٥) ف : منه
(١٦) ف : نبين
(١٧) ف : يكن
(١٨) ف : شبيه بالراسين



الرسم ٣١
(عن المخطوطة ط)

ملاحظــات

(١) إن الوصف الوارد في المخطوطة ط واضح وكذلك الرسم .

(٢) لكن قد يتساءل المرء عن طريقة صنع هـذا الجهاز . وقـد يوحي النص بان القسمين الاسفلين من الانبوبين ب و و ا ح اضيفا بعد ان تم صنع بقية الجهاز وهذا بدوره يتطلب ترك قرص قاعدة الجهاز بدون لحام حتى يتم لحام قطعتي الانبوبين ومثل هذا الاجراء يولد صعوبة في جعل الاتصال بين قرص القاعدة وبين اللوح الفاصل ك ط منيعا ضـد تسرب الماء .

الشكل الثاني والثلاثون (لب)

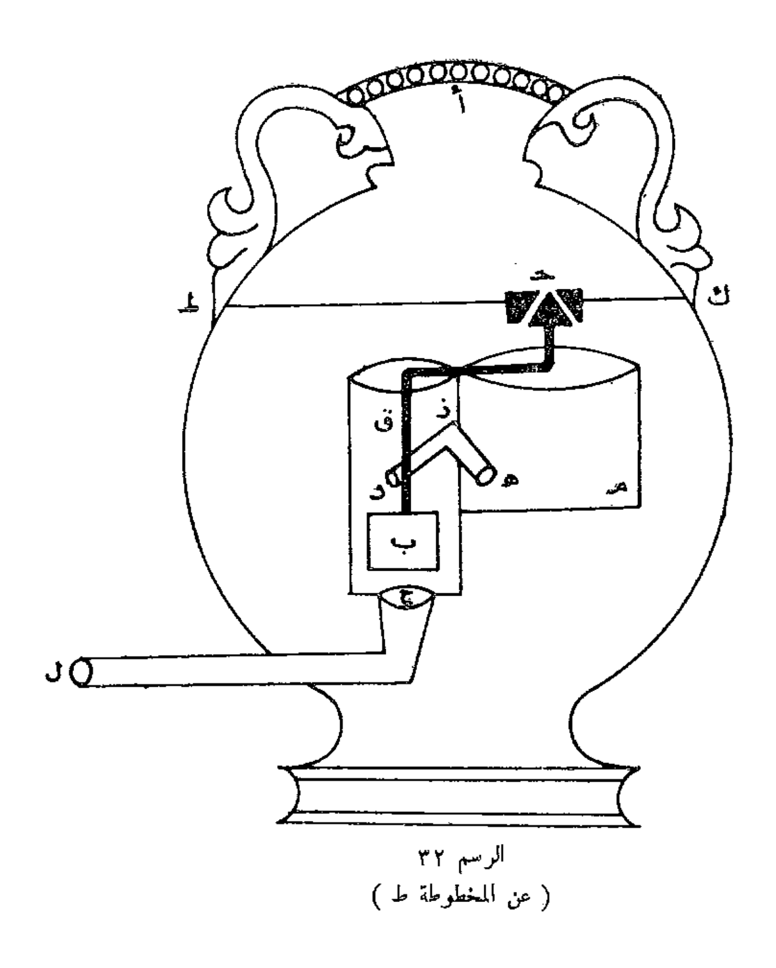
صنعة جرة لها بزال يصب فيه الما باي مقدار كان فاذا فتح البزال يجري فيه مقدار من المقادير ثم ينقطع(١) ساعة على قدر ما نريد ان نقدر من مقدار خروج الما ومن(٢) مقدار مدة الزمان الذي ينقطع فيه الى ان يبتدي < ثانية يخرج ولا يزال >(٣) كذلك ينقطع مرة ويجري اخرى دايما(٤) حتى ينفذ كل شي في الجرة . وقد يستقيم ان نعمل هذه الحيلة نفسها في انابيب الحمام الحار والبارد ويستقيم ايضا ان تعمل في بعض الانهار وبعض العيون . فنعمل لذلك مثال جرة عليها اك ط وعلى راسها علامة آ ونطبق عليه طبق مغربل وان اردنا ان لا نطبق < عليه طبق >(٥) لم يضر ذلك شيا ونقطع في وسطها أو قريب من وسطها < على قدر الموضع الممكن صفيحة عليها >(٦) ك ط ونثقب فيه < ثقب عليه جـ ونلصق >(٧) على ثقب جـ انبى من باب مطجون على مثال ما صورنا ونعمل تحت ثقب جـ حوض عليه علامتي مه وهذا الحوض نصيره على المقدار الذي نريد لانه هو مقدار ما يخرج من البزال في كل دفعة . وليكن < الما والشراب >(٨) اذا صب من ثقب جـ يقع في حوض مه ونعمل الى جانب حوض مه حوض صغير قليل الطول

---

(١) ف : يقطع
(٢) ف : من
(٣) ف : ثانياً ولا يزال
(٤) ف : دايماً ابداً
(٥) ف : عليها طبقا
(٦) ف : على هذا الموضع المكن بصفيحة عليها
(٧) ف : ثقباً عليه جـ ونلزق
(٨) ف : الما او الشراب

< والعرض كبير السمك >(٩) عليه علامة قَ وليكن راسه مع راس حوض
مـهَ في الارتفاع ويكون اسفله اخفض من اسفل حوض مـهَ بمقدار صالح(١٠)
ونعمل في حوض قَ دبة عليها علامة بَ ونلصق في اعلاها قضيب على مثل(١١)
ما صورنا يرتفع حتى يقارب ثقب جَ ونلصق على طرف القضيب الذكر من
الباب المطحون لكي اذا ارتفعت الدبة انطبق الباب الذي عليه جَ ووقع الذكر
في الانثى ويخرج من قريب من اسفل حوض مـهَ انبوب يرتفع الى اعلاه الى
موضع < زَ(١٢) ينعطف الى موضع دَ وليكن الطرف الذي عليه دَ >(١٣)
اخفض من الذي عليه هَ ونخرج من اسفل حوض قَ من(١٤) موضع حَ بعد
ان نثقب في الحوض ثقب انبوب || عليه حَ لَ يخرج الى خارج الجرة الى خارج 25 R (T)
الجرة ويكون ما يخرج عن الجرة هو البثيون فقد تبين انا اذا صببنا الما من
راس الجرة ينصب على صفيحة كـطَ ويجري(١٥) في ثقب جَ الى حوض مـهَ
فاذا امتلا حوض مـهَ وبلغ الما موضع علامة زَ ينصب الما في الانبوب المنعطف
الى حوض قَ وترتفع الدبة وينطبق الباب الذي عليه جَ فاذا تم الصب وفتح
البزال يبتدي الما يجري في البزال ولا يزال يجري حتى <يتفرغ حوض>(١٦)
مـهَ ويتفرغ من بعد ذلك حوض قَ وتستقل دبة بَ < وينقطع البزال
ويبتدى الما يجرى من ثقب جَ الى حوض مـهَ ويعود الفعل ايضا > < ويستقيم
أن نعمل هذا العمل في الحمامات وكل موضع يركب فيه بثيون >(١٧) وذلك
ما اردنا ان نبين .

(٩) ف : غير واردة
(١٠) ف : صلح
(١١) ف : مثال
(١٢) ط : دَ وهو تصحيف
(١٣) ف : غير واردة
(١٤) ف : ومن
(١٥) ف : ويخرج
(١٦) ف : يتفرغ في حوض
(١٧) ط : يوجد خطأ في ترتيب العبارتين الاخيرتين حيث سبقت العبارة الثانية العبارة الاولى في المخطوطة



الرسم ٣٢
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات

(١) الصفيحة طك تبدو في الرسم اعلى مما هو وارد في النص .

(٢) كذلك يجب ان يكون الطرف د منخفضاً عن الطرف هـ للسيفون .

(٣) تبين هذه الوسيلة نموذجاً مفيداً وله تطبيقات عملية في الاستعمالات المعاصرة . وقد عبر المؤلف عن هذه الاستعمالات بشكل ممتاز ولا يزال وصفه لفوائد الجهاز صالحاً حتى عصرنا هذا .

25 R (T)

الشكل الثالث والثلاثون (لج)

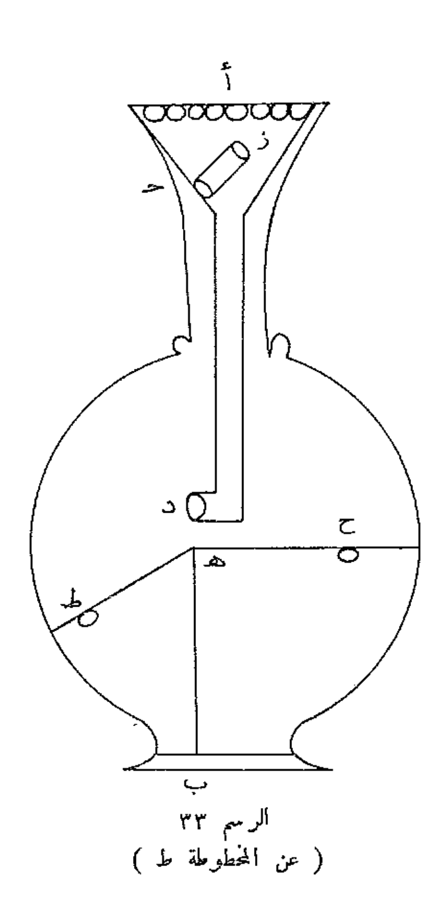
نريد < ان نعمل >(١) قنينة لها راس واحد يصب فيها الشراب والما من راسها فلا يختلطان . فاذا شا الحاذق بعملها ان يقلبها فيخرج من راسها شراب فعل ذلك(٢) وان شا ان يقلبها فيخرج ما(٣) فعل ذلك وان شا ان يقلبها فيخرج ممزوج(٤) < ذلك فعل >(٥) وهذه القنينة يستطيع الحاذق بعملها اذا اقترح عليه من بحضرته(٦) ان يخرج شرابا او ما او ممزوج ان يخرج < مايطلب منه لهم ويستطيع ايضا ان يقلبها مرة >(٧) فيخرج ‖ شراباً ويقلبها 25 V (T) ثانيه فيخرج ما ويفعل ذلك عدة مرار حتّى ينفذ ما فيها . فنعمل لذلك مثال قنينة عليها آب ونلصق في وسطها صفيحة تقطعها بالطول حتّى تنتهي الى(٨) قريب من اسفل راس القنينة وعليها به ونغطي كل واحد من الجانبين بصفيحة نلصقها(٩) مع صفيحة به وحول القنينة كما يدور على الصفيحتين هح هط ونثقب في اخفض موضعين من صفيحتي هح هط ثقبين عليهما حط وهما ثقبين متقابلين على قطر واحد ليكون متى نوهت(١٠) ان في جانبي بهح بهط لونين من الرطوبة ثم اقلبت القنينة على < استوى يخرج اللونين جميعا

(١) ف : ان نبين كيف نعمل
(٢) ف : غير واردة
(٣) ف : ممزوج
(٤) ف : ما ممزوج
(٥) ف : فعل ذلك
(٦) ف : بحضره
(٧) ف : < ويقلبها ثانية > ، مع ان الناسخ وضع علامة التصحيح إلا أن الحاشيه لا تعطى نصاً مفيداً .
(٨) ف : غير وارده
(٩) ف : نلزقهما
(١٠) ف : ما توهمت

مختلطين فمتى اقلبت القنينة على >(١١) الجانب الذي فيه ثقب ط خرج(١٢) اللون الذي(١٣) في خزانة بهط وحده ومتى اقلبتها(١٤) على الجانب الذي فيه ثقب ح يخرج اللون الذي في خزانة بهح فاذا عملنا هاتين الخزانتين على ما وصفنا فانا نغطي راس القنينة بصفيحة مثقبة عليها آ ونلصق بالصفيحة من تحتها قمع طويل شبه انبوب ويكون طرف القمع معطوف(١٥) على زاوية قايمة على(١٦) مثال الصورة وعليه علامة اد ويكون طرفه الذي عليه د متى ما القي(١٧) منه حجر يقع على سطح هح بالقرب من الفصل المشترك الذي عليه علامة ه ونثقب في قمع اد ثقبا عليه ج ونخرج منه انبوب جز يرتفع الى قريب من اعلا القمع يكون(١٨) الهوى يخرج من هذا الانبوب . فقد تبين انا < اذا صببنا >(١٩) الشراب صباً برفق يجري(٢٠) في القمع ويسيل على سطح هح ويدخل من ثقب ح الى خزانة بهح واذا صببنا الما صباً(٢١) بقوة وكثرة لكي يسيل على(٢٢) سطح هط ويجري من ثقب ط الى خزانة بهط فمتى اردنا ان نخرج منها ما ميّلنا القنينة على ثقب ط ومتى اردنا < شراب ميّلناها على ح >(٢٣) وان اردنا بهذا التدبير ان نميلها فيخرج

(١١) ف : غير واردة
(١٢) ف : يخرج
(١٣) ف : غير واردة
(١٤) ف : اقلبت
(١٥) ف : منعطف
(١٦) ط : تنقص < على >
(١٧) ف : لقي
(١٨) ف : ليكون
(١٩) ف : اذا نحن صببنا
(٢٠) ف : يخرج في
(٢١) ف : صببناه
(٢٢) ط : عن
(٢٣) ف : شراباً ميّلناها على ثقب ح

الشراب حتى ينفذ فاذا نفذ تبعه الما وان اردنا ان يخرجا(٢٤) ممتزجين فعلنا ‖
ذلك وذلك ما اردنا ان نبين . 26 R (T)



الرسم ٣٣
(عن المخطوطة ط)

ملاحظــات

تقضي التعليمات المعطاة في النص على ان مسقط حجر النقطة د يقع على السطح ح هـ قريباً من الحد الفاصل بين السطحين ح هـ و هـ ط في حين ان الرسم يختلف عن ذلك قليلاً . وقد استخدم تعبير مسقط الحجر من قبل الجزري مراراً (كما هو الأمر هنا) للدلالة على ان النقطة العليا تقع رأسياً فوق النقطة السفلى .

---

(٢٤) ط : يخرجان

26 R (T)

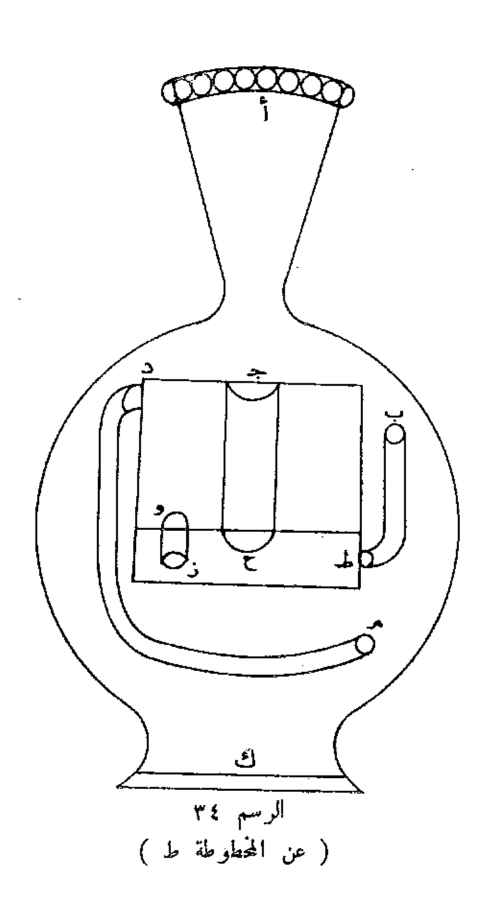
الشكل الرابع والثلاثون (لد)

صنعة قنينـــة نصب فيها الشـراب فاذا اقلبت يخرج منها مقدار من المقادير معلوم ثم ينقطع خروج الشراب فاذا وضعت(١) ثم اقلبت ثانية يخرج ذلك المقدار بعينه ثم ينقطع ايضا فان وضعت ثم اقلبت < ثالثة يخرج ذلك المقدار وكذلك >(٢) لا يزال حتى ينفذ كل شي فيها من الشراب . فنعمل لذلك مثال قنينة عليها علامة اك ونعمل تحت راس القنينة حوض مطبق عليه علامات ح و د جـ وليكن اوسع ما يمكن ان يعمل في القنينة ونعمل تحت هذا الحوض حوض صغير فيه علامة ز ويكون يسع رطل ونخرج من اسـفل حوض ح و د ج الى اسفل حوض ز انبوب عليه و ز(٣) ونخرج من اعـلى حوض ز من موضع ط انبوب يرتفع حتى يقارب أصل عنق القنينة وعليه ط ب ونخرج من سطح ح و د جـ الاعلى انبـوب الى اسفله عليه جح وليكن سطح الحوض الاعلا في وسطه انخفاض عن جوانبه لكي اذا صب الشراب من راس القنينة فوقع على سطح الحوض الاعلى يجتمع فيه ويجري في انبوب جح ولا يسيل الى الجوانب || شي(٤) . ونخرج من اعـلى حوض ح و د جـ من 26 V (T)
نقطة د(٥) انبوب يستقل وينعطف ليكون يخرج منه الهوا وانما عطفناه لكي ان ميلت القنينة على الجانب الذي فيه علامة د لايخرج الشراب من انبوب د م من اجل انعطافه . فقد تبين انا اذا صببنا الشراب من راس القنينة يسيل

---

(١) ط : < أقلبت يخرج منها > ، ف : < وضعت >
(٢) ف : تنقص هذه العبارة
(٣) ف : د ز
(٤) ف : شيئاً
(٥) ط : ج

على سطح الحوض ويجري في انبوب جح الى داخل الحوض حتى يمتلي حوض ح و د ج < وحوض ز وتبين انا اذا اقلبنا القنينة تفرغ الشراب الذي في حوض ز في انبوب طب ثم ينقطع خروج الشراب >(٦) فاذا وضعت القنينة < يمتلي حوض ز ثانية فاذا اقلبته ايضا يتفرغ ما في حوض ز في >(٧) انبوب طب ويخرج من راس القنينة وكذلك لا يزال ابدا حتى ينفذ كل شي في القنينة وذلك ما اردنا ان نعمل .



الرسم ٣٤
(عن المخطوطة ط)

(٦) ف : غير واردة
(٧) ف : < امتلا حوض طر ثانية فاذا اقلبت يفرغ ايضا كل شي في حوض طر في >

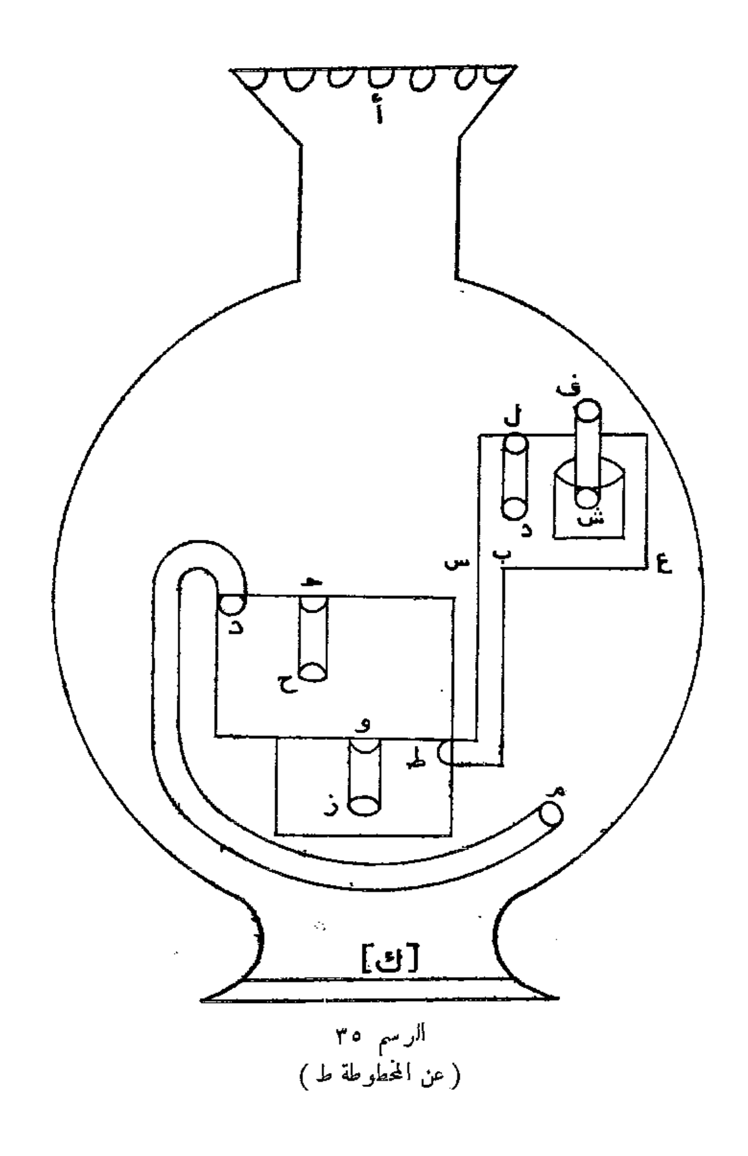
ملاحظـــات

لا يتلاءم رسم الانبو ب طَ بَ مع ما ورد في النص، ذلك ان هذا الانبوب يجب ان يبدأ من اعلى الحوض زَ عندما تكون القنينة في الوضع الصحيح . ولكن هذا الانبوب مرسوم بحيث يبدأ عند طَ في منتصف جانب الحوض زَ وبالصورة التي رسم فيها الانبوب فانه لا يستطيع ان يفرغ اكثر من نصف محتويات الحوض زَ عندما نقلب القنينة . ونلاحظ هنا ان الانابيب الواردة في الاشكال ٣٥ ــ ٣٧ والتي تقوم بنفس الوظيفة ، قد رسمت بصورة صحيحة .

26 V (T)

الشكل الخامس والثلاثون (له)

صنعة قنينة نصب فيها الشراب فاذا اقلبت لا يخرج منها شي فاذا وضعت ثم اقلبت ثانية يخرج منها الشراب فاذا وضعت ثم اقلبت لايخرج منها شي فان وضعت ثم اقلبت ايضا رابعة يخرج منها الشراب وذلك ان الانسان يجلس هو ونديمه فيشربون بها وقد يجوز ان يستعمل هذه الجرة من يريد شرب الشراب وغيره . فنعمل لذلك قنينة اك ونعيد فيها العمل الذي عملناه في القنينة التي قبلها ونرسم على ذلك تلك الرسوم فهي حوض جدوح ومخرج الهوا من انبوب دم ونتمم بقية عمل الشكل ونعمل حوض عليه ‖
27 R (T) عسل مثل ضعف مساحة حوض طز وندخل فيه طرف انبوب طب الذي عليه ب ونلصقه ونعمل في وسطه اعني الحوض الذي عليه عسل انبوب كاس العدل عليه شف . ونعمل ايضا انبوب يخرج منه الهوا عليه د ل . فقد تبين انا اذا اردنا صب الشراب من راس القنينة ينصب على حوض جد وح ويجري في انبوب جح الى حوض ز وحوض جدوح كما بينا قبل . فمتى اقلبنا القنينة يسيل الشراب الذي في حوض طز في انبوب طب الى حوض عسل ويجتمع في حوض عسل قدر مساحة الشراب لان حوض طز نصف حوض عسل فاذا وضعت القنينة امتلى حوض طز ثانية فاذا اقلبت تفرغ ايضا كل شي في حوض طز الى حوض عسل ويمتلي حوض عسل وياخذ انبوب كاس العدل الشراب فيصبه ويخرج من القنينة من راسها وكذلك لا يزال مرة لا يخرج شي اذا اقلبت ومرة يجري اذا اقلبت وقد تبين ايضا انا ان اردنا ان نعملها تنقلب مرتين او ثلاثة وما اردنا من العدد فلا يخرج شي ثم نقلب بعد مرات معلومة فيخرج فعلنا ذلك بالتدبير الذي وصفناه وذلك ما اردنا ان نبين فافهم ذلك .



الرسم ٣٥
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـات

(١) لا يوجد هذا الشكل في المخطوطة ف : ومن شبه المؤكد انه احـد أشكال بني موسى الاصلية لان الشكل ٣٧ يشير اليه كما انه ياتي في سياق مجموعة متماثلة من القناني .

(٢) يجب أن يصل السيفون المتمركز شَ فَ الى قعر الحوض ع سَ لَ عندما تكون القنينة في وضعها الطبيعي .

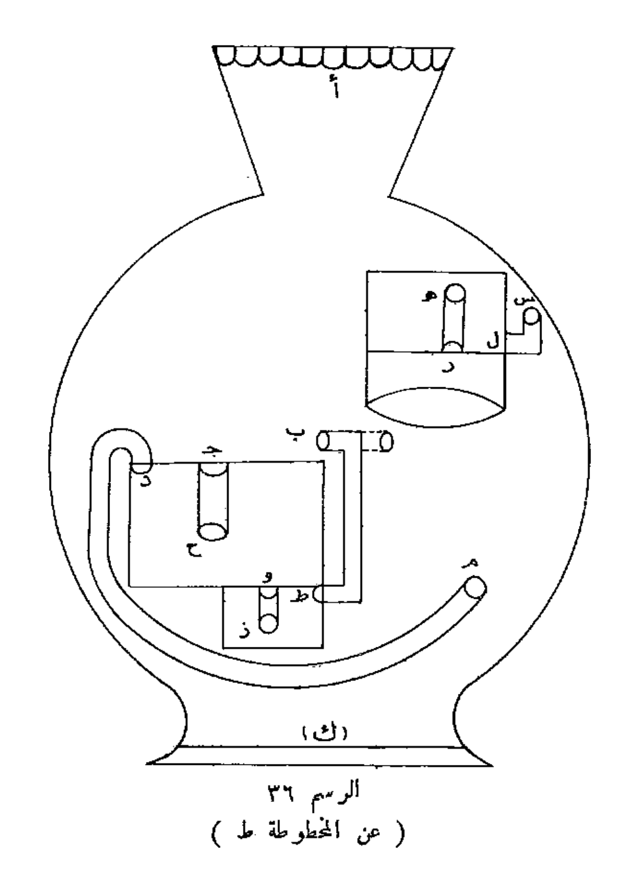
الشكل السادس والثلاثون (لو)

نريد ان نبين كيف نعمل قنينة نصب فيهـا الشراب فاذا اخذهـا الساقي(١) الحاذق بعملها ليسقي بها القوم فان احب ان يقلب القنينة < ابـدا فيخرج منها في كل مرة مقدار >(٢) واحد || معلوم فاذا تم انقطع سـيلان 27 V (T)
القنينة من نفسه وان احب ان يكون احيانا يصب لبعض القوم ويقلب القنينة فلا يسيل(٣) منها شي فعـل ذلك وان احب ايضا ان يكون < يسقي بعض القوم >(٤) اكثر من المقدار المعلوم الذي ذكرنا فانه اذا اقلب القنينة يخرج < ما اردنا >(٥) . وهذه القنينة قد يشرب بها على الولي(٦) مثل الدور وان احب القوم ان يشربوا بها بقرعة < ايضا فمن >(٧) وقعت عليه القرعـة اقلبها < فلان يخرج >(٨) منها شي شربه وهـو بخته < ومن كان حاذق بعملها امكنه ان يقلبها فلا يخرج >(٩) منها شي وان لم يكن القوم حذاق بقلبها وعملها(١٠) ولم يكن منهم واحد حاذق فقد يعرض فيها ان يخرج أيضـاً(١١)

(١) ف : غير واردة
(٢) ف : فلا يخرج منها ابدا منها في كل مرة الا مقدار
(٣) ف : يخرج
(٤) ف : يسقي القوم او بعضهم
(٥) ف : ما اراد
(٦) ط،ب : الولي . وتعني : على التوالي
(٧) غ : انه لمن
(٨) ف : فان خرج
(٩) ط : محه ، ف : تحته وتحتمل المعنيين : تحته او بخته
(٩) ف : فمن كان حاذقا بعملها اقلبها وامكنه الا يخرج
(١٠) ف : غير واردة
(١١) ف : غير واردة

لبعضهم قليل ولبعضهم كثير ولبعض لا يخرج شي في كل قلبة تقلب باسم واحد واحد . فنعيد لذلك مثال قنينة اك ونعيد فيها عمـل حوض جدوح وحوض طز والانابيب التي فيها على حالهـا التي يخرج منها الهوا < والتي منها >(١٢) الما ونعطف طرف الانبوب الذي عليه ب حتى يصير على زاوية قايمـة ونعمل تحت طرفه الذي عليه ب حوض عليه رهل ونقطع وسطه او فوق وسطه بصفيحة ونثقب في الصفيحة عند نقطة ر ثقب واسع عليـه ر ونخرج منه انبوب واسع الى داخل نصف الحوض المطبق عليه ره ويكون ثقب ر قريبا من طرف الحوض وننصبه تحت طرف انبوب طب الذي عليه ب في موضع ليكون متى اقلبت القنينة على استوى يكون الشراب حينئـذ الذي يجري في انبوب طب ينصب الي ناحية عنق القنينة ويخرج من راسها ومتى اقلبت وميلت قليلا الى الجانب الذي فيـه حوض رهل يكون الشراب الذي يجري من حوض طز في انبـوب طب ينصب الى حوض رهل ويجري في انبوب ره الى النصف المنطبق الذي فيه علامة ل ويخرج الهـوا منـه في انبـوب سل المنعطف ‖ فمتى اراد الانسان ان يخرج المـا ابدا من راسـ 28 R (T)
القنينة على السوى فينبغي ان يقلب القنينة ولا يميلها او يميلها الى ناحية علامة د ومتى < اراد الانسان ان لا يجري شي ينبغي >(١٣) ان يقلبها ويميلها الى ناحية حوض < رهل لكي ينصب الشراب في حوض رهل ولايخرج >(١٤) من راس القنينة شي فاذا ردّت القنينة وميلّها(١٥) في ردها الى ناحيـة حوض رهل فان الشراب الذي في حوض رهل يتفرغ في القنينـة فمتى اقلبت ثانية واحب < الحـاذق ان يسقيه ما في حوض طز >(١٦) وما في حوض رهل جميعا فعل ذلك وذلك ما اردنا ان < نبين ان شا الله >(١٧)

(١٢) ف : والتي يجري منها
(١٣) ف : اراد الا يخرج شي فينبغي
(١٤) ط : < رهل ولا يخرج >
(١٥) ف : وميلت
(١٦) ف : الحاذق الشافي ان يسقيه ما في الحوض الذي عليه طر
(١٧) ف : نعمل



الرسم ٣٦
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات

(١) الطرف بَ للانبوب ط بَ منعطف خطأً الى الشمال بدلاً من اليمين وقد جرى تصحيح ذلك في الخطوط المتقطعة . وانعطاف الانبـــوب الى الشمال لايسمح للانبوب بان يصب في الحوض ر هـ ل . وهذا الانبوب مرسوم بشكل صحيح في المخطوطة (ف) وباستثناء ذلك فان رسم المخطوطة (ط) افضل .

28 R (T)

الشكل السابع والثلاثون (لز)

صنعة قنينة نصب من راسها الشراب والما من موضع واحـــد فاذا اقلبت يخرج منها مقدار من المقادير < شراب وينقطع >[١] من نفسه فاذا اعيدت ووضعت على الارض ثم حملت واقلبت ثانية انصب منها في القدح ما بمثل ذلك المقدار وينقطع[٢] فاذا وضعت ايضا ثم حملت واقلبت خرج شراب بمثل ذلك المقدار وكذلك لا يزال فعلها حتى ينفذ الشراب والما الذي فيها . فنعمل لذلك مثال قنينة على راسها علامـــة سَ ونغطي راسها بصفيحة مثقوبة ونعمل تحت موضع الثقب شبيه بالقمع متصل بانبوب ينعطف راسه على < زاوية قايمة >[٣] كما فعلنا في غير هذا الشكل وعليه علامـة لطَ حَ ونعيد في هذه القنينة مثل العمل الاول[٤] الذي عملناه في القنينة ‖ التي اذا 28 V (T) اقلبت[٥] مرة لم يخرج منها شي فاذا < اقلبت ثانية >[٦] خرج منها وكذلك[٧] لا يزال مرة يخرج منها[٨] ومرة لايخرج شي وهو حوض طَ الاكبر وحوض قمحَ وحوض عه زَ الذي هـــو ضعف مساحة قمحَ ونتمم في هـــذه الحياض الانابيب كما فعلنا . ثم نعمل[٩] ايضا في هـــذه القنينة ثلاثة حياض اخر على

---

(١) ط : < وينقطع >
(٢) ط : تنقص < وينقطع >
(٣) ف : زاوية ح قايمة
(٤) ف : غير واردة
(٥) ف : قلبت
(٦) ف : اقلبت مرة ثانية
(٧) ف : وهكذى
(٨) ف : غير واردة
(٩) ط : ونعمل

مثال حوض طَ الاكبر وحوض قمحَ وحوض عهزَ ونعمـــل فيها انابيب لممر الهــوى وممر الما على مقــادير الانابيب التي عملت في هــذه < الثلاثــة حياض >(١٠) التي عملنا ها قبل . ونجعل مكان انبوب طبَ انبـوب احَ(١١) يرتفع الى موضع جَ حتى يصير محـــاذي لسطح حوض عهزَ(١٢) الاعلى لكي اذا امتلا حوض طَ(١٣) من الشراب وارتفع فيه الى موضع جَ يدخـل الشراب في حوض عهزَ(١٤) ويمتلي لان سطحه الاعـلى مساوي لموضع جَ . ونعمـــل تحت طرف انبوب لطحَ المنعطف على زاوية قايمـة تحت موضع حَ حوضين احدهما ملتصق بالاخر على مثال ما صورنا عليهما عـلامتي ز دَ ونثقب فيهما ثقبين عليهما ز دَ في اسفل الحوضين ونخرج من ثقب زَ انبـوب الى طرف انبوب طبَ الذي عليه بَ ليكون اذا انصب الما والشراب في حوض زَ يجري في انبوب بزَ حتى ينصب في انبـوب طبَ ونخرج من ثقب دَ انبوب عليه(١٥) د جَ يصب الى انبوب ط جَ ويكون موضـع حوضي ز دَ تحت طرف الانبوب الذي عليه لطحَ وهو الذي عند علامة حَ وهـو الموضع الذي اذا صب المـــا والشراب بقوة وكثرة من راس القنية يجري في انبوب لطحَ بقـوة فينصب الى حوض دَ ومتى كان الصب صب ضعيف قليل قليـل ينصب الى حوض زَ ولا يبلغ || الى حوض دَ منه شي فقـــد تبين انا اذا صببنا الشراب بقوة 29 R (T)
< يخرج من >(١٦) انبوب لطحَ وينصب الى < حوض دَ ويجري في انبوب د جَ وينصب الى >(١٧) انبـــوب جطَ ويجتمـع الشـــراب في حـــوض طَ

---

(١٠) ف : الحياض الثلاثة
(١١) ف : طحَ
(١٢) ف : عهَ
(١٣) ف : طَ الاعلى
(١٤) ف : عهَ
(١٥) ف : غير واردة
(١٦) ف : يجري في
(١٧) ف : غير واردة

وحوض قحم ويكون الهوا يخرج في انبوب لشس فاذا امتلا حوض ط الى اعلاه وبدا الشراب يرتفع في انبوب ط جـ الى علامة جـ فحينئذ يخرج الشراب في انبوب ح ا الى حوض عهز حتى يمتلي حوض عهز فان صب من بعد ذلك شي فاض من انبوب ط جـ الى جوف(١٨) القنينة فاذا قطع صب الشراب وصب الما صباً رفيقاً يخرج(١٩) في انبوب لطح الى حوض ز ويجري في انبوب بز الى انبوب بط وينصب الى حوض ط والى حوض قمح فاذا امتلا هذان الحوضان وصب من بعد ذلك شي اخر فاض < ولم ينصب>(٢٠) منه شي الى حوض عهز الاخر لانه اعلا من سطح حوض ط الاعلى . فقد وضح مما وصفنا(٢١) انه اذا اقلبنا القنينة تفرغ ما في حوض عهز من الشراب في انبوب هسس الذي هو مثل انبوب كاس العدل ويتفرغ ايضا ما في حوض قمح الى حوض عهز ويجري في انبوب هسس ويتفرغ جميع ذلك من راس القنينة ويكون ايضا قد تفرغ ما في حوض قمح الاخر الى حوض عهز فيصير فيه قدر نصفه ما لان حوض قمح نصف حوض عهز كما بينا فمتى ردت القنينة < ووضعت على الارض ثم >(٢٢) اقلبت ثانية يتفرغ ايضا ما في حوض قمح من الما الى حوض عهز فيمتلي حوض عهز من ذلك لانه قد كان فيه نصفه ويتفرغ ما في حوض عهز اذ قد امتلى من انبوب هسس ويخرج الما من راس القنينة ويتفرغ حوض عهز ويكون حوض عهز الاخر الذي || للشراب قد انصب اليه ما في حوض قمح من الشراب فصار 29 V (T)
في حوض عهز نصفه شراب فان وضعت < القنينة يمتلي >(٢٣) ايضا

---

(١٨) ف : انبوب
(١٩) ف : يجري
(٢٠) ف : قبل ان ينصب
(٢١) ف : قلنا
(٢٢) ط : < ووضعت ثم >
(٢٣) ف : القنينة ايضا حتى يمتلي

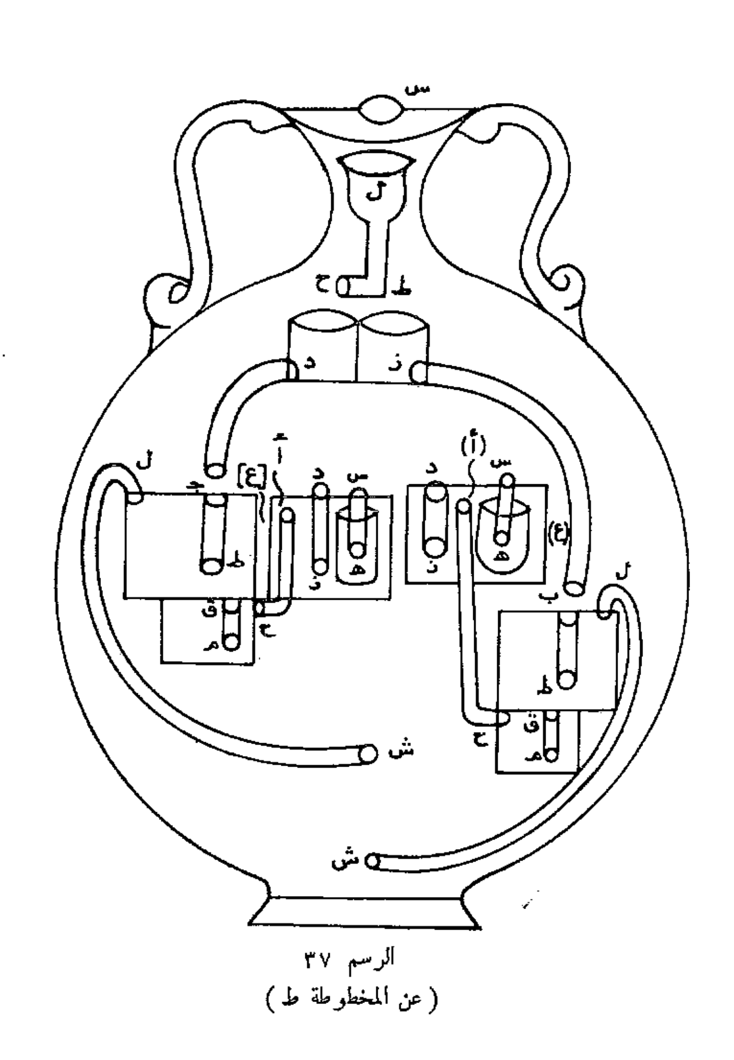
حوضي قمح شـــراب وما فاذا اقلبت(٢٤) ثالثة يتفرغ ما في حوض قمح من الشراب الى حوض عهز فيمتلي حوض عهز من الشراب ويجري في انبـوب هســـ ويخرج من راس القنينة ويتفرغ حوض عهز . ويكون ايضـــا حوض قمح الذي فيه الما قد انصب ما فيه الى حوض عهز فصار نصفه وعلى هـــذا التدبير الذي وصفناه(٢٥) يتبين ان القنينـــة اذا وضعت واقلبت المرة الرابعة يمتلي حوض عهز من الما ويجري ما فيـــه من انبوب هســـ ويخرج من راس القنينة وكذلك لا يزال مرة يخرج شراب ومرة يخرج(٢٦) ما حتى ينفـذ مافي القنينة وقد يستقيم ان يعمل هذا العمل في الجرار وفي ساير الاواني التي تصلح له وذلك ما اردنا ان نبين < فاعلم ذلك >(٢٧) .

[في صفحة مستقلة (رقم 23 R) من المخطوطة ف وردت الملاحظة التالية في نهاية هذا الشكل] :

وجدت بخط الشيخ ابي نصر يحيى بن جرير الحاق في الحاشية في هذا المكان ونقلته بهيته وهذه صورته : تعليق وجد بخط عطارد في اخر الشكل السابع والثلاثين . قال عطارد : هذه القنينة تحتاج الى زيادة في الشرح وهو ان نجعـــل الحوضين اللذين سماهما حوضي عد(٢٨) جميعا ضعفي حوضي قمح ويحتاج ان يكون بين انبوبي طح من جانب الشراب هـــو الاعلى الى قريب من راسه ليلا يرجع فيه الشراب اذا زادت القنينة وكذلك انبـوب طح من الحوض الاعلا الذي فيه الما لانه في اول وهلة اتى عنـد صب حوض عهز الاسفل الشراب الذي صار اليه من حوض ط الاكبر الذي للشرابان وينصب

(٢٤) ف : انقلب
(٢٥) ف : وصفنا
(٢٦) ف : غير واردة
(٢٧) ف : غير واردة
(٢٨) ربما يقصد ع ز

مع الشراب مامقدار نصفه . ثم يصير الامر على ما قال صاحب الكتاب فيما بعد ذلك . واما الانابيب التي للهوا فيحتاج ان تكون اطرافها المفتوحة قريبة من ارض حوضي عه اذا كانت القنينة موضوعة على الارض فاذا هي اقلبت لم يجر فيها شي . تم التعليق ولله الحمد .



الرسم ٣٧
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات

(١) النهاية ا للانبوب ح ا (في الجهة اليسرى) تقع في نفس مستوى جـ في اعلى الحوض ط .

(٢) النقطة ح للقمع ل ط ح يجب ان تكون الى اليمين قليلاً .

(٣) النهايتان جـ و ب للانبوبين د جـ و ز ب يجب ان تكونا قريبتين جداً من الطرفين العلويين للانبوبين ط جـ و ط ب على التوالي حتى يجرى كل السائل الى هذين الانبوبين الاخيرين

(٤) السيفونان المتمركزان هـ س يجب ان تكون نهايتاهما قريبتين في اسفل الحوضين (كما هو الحال في الشكل ٣٥) .

(٥) نظراً لتكرر الرموز الابجدية فقد تحدث بعض الصعوبة في تتبع الشرح . ولكن يصبح الأمر سهلاً اذا تذكرنا بان الجانب الايسر مخصص للشراب وان الجانب الايمن مخصص للماء . وان هذا الجهاز هو نموذج مضاعف للشكل ٣٥ . فالجانب الايمن المخصص للماء هو نفس الشكل ٣٥ تماماً باستثناء بعض الرموز الابجدية : مثلا الانبوب ط ب في الشكل ٣٥ اصبح الانبوب ح ا في هذا الشكل ، وهو هنا يمتد داخل الحوض ع هـ ز (دونمـــا سبب) . كما ان الجانب الايسر هو تكرار للشكل ٣٥ باستثناء ان الحوضين ط ع هـ ز يقعان على نفس المستوى . وعندما نصب الشراب في الحوض ط يمتلىء هذا الحوض كما يمتلىء الحوض ق م ح . كما ان الشراب يجري ايضاً الى الحوض ع هـ ز حتى مســـتوى النقطة ا . وهذا الترتيب للجانب الايسر ضروري من اجل تعبئه الجانب الايسر بالشراب لتسهيل عملية التفريغ الاولى . وفي الجانب الايمن يمتلىء الحوض ط بالماء وكذلك الحوض ق م ح . وعند عملية القلب الاولى يفرغ الحوض ع هـ ز الأيسر محتوياته من الشـــراب خارج القنينة في حـــين ان حوض ع هـ ز الايمن يمتلىء نصفه بالماء . وعند عملية القلب الثانية يمتلىء الحوض ع هـ ز الايمن ويفرغ محتوياته من الماء في حين ان الحوض ع هـ ز الايسر يمتلىء نصفه بالشراب . وفي عملية القلب الثالثة يفرغ الحوض ع هـ ز الايـــسر محتوياته من الشراب ويمتلىء نصف الحوض ع هـ ز الايمن بالماء . وهكذا يستمر الأمر . ومن اجل زيادة عدد المرات التي تتم فيها هذه العملية يجب ان يكون الحوضان ط اكبر بكثير من الحوضين ع هـ ز اللذين يبلغ حجم الواحـــد منهما ضعف حجم كل مـــن الحوضين ق م ح .

29 V (T)

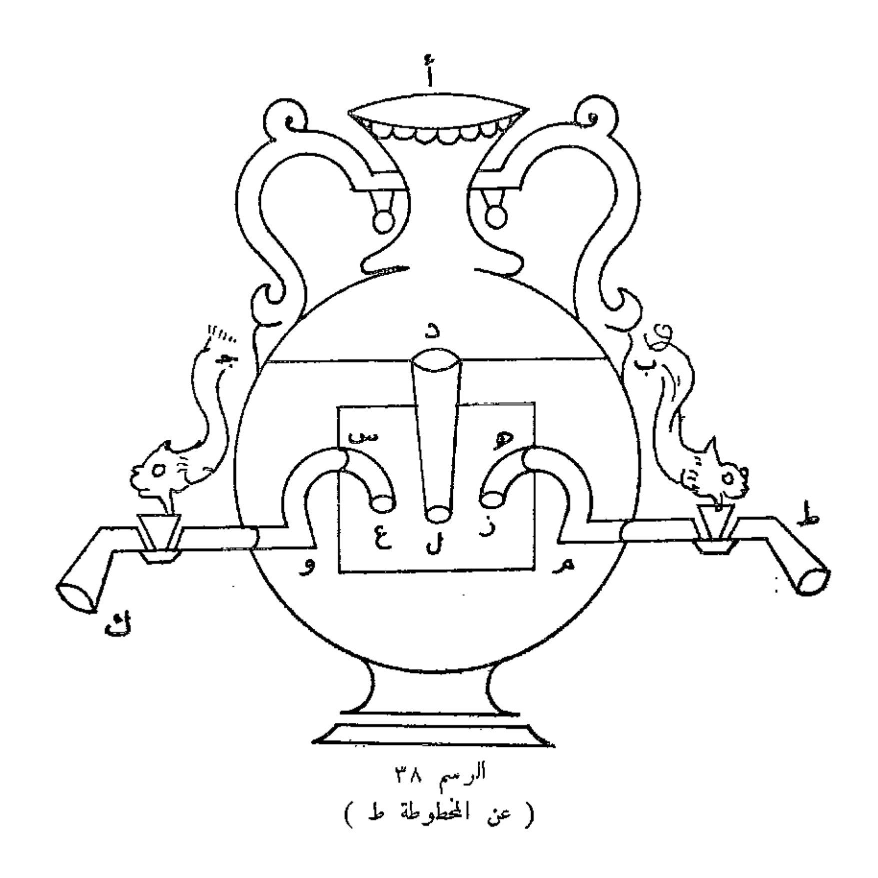
الشكل الثامن والثلاثون (لح)

نريد ان نبين كيف نعمل جرة لهـا بثيونين نصب فيها الما ونفتح البزالين فيكون < احد البزالين >(١) الذي يفتح اولا هـو الذي يسيل منه الما اي البزالين كان || والبزال الذي ينفتح < اخر شي لايسيل منه شي اي 30 R (T)
بزال >(٢) كان . فنعمل لذلك مثال جرة ا بج ونقطعها بصفيحة في الوسط او قريب من الوسط عليها بج ونعمل في اسفل الجرة < حوض مطبق عليه علامة >(٣) ز لع ويكون قدر اربع اصابع < في اربع اصابع في مثل ذلك ونحو ذلك >(٤) ونخرج من اسفل حوض ز لع من اسفل موضع ل انبوب عليه لد ينفذ في سطح بج ونخرج ايضا من اسفل حوض ز لع المطبق انبوبين يرتفعان الى اعلى الحوض وينعطفان ويتصـلان بالبثيونين وعليهما ز همط عسـوك ويكون ما يخرج < عن الحوض >(٥) منهما هو البثيونان اللـذان عليهما ط ك . فقـد تبين انا اذا صببنا الما من راس الجرة يبقى في النصف الاعلى من الجرة فوق صفيحة بج(٦) ولا يسيل الى حوض ز لع شي من المـا في(٧) انبوب د ل من اجـل انه ليس للهوى الذي في حوض ز لع موضع يخرج منه فلذلك لا يجري اليه الما فمتى فتح احد البثيونين يسيل الما من ساعته الى حوض ز لع ويجري في الانبـوب المنعطف الذي فتح بثيونه ويخرج مـن

---

(١) ف : البزال
(٢) ف : اخر لا يسيل منه شي اي البزالين
(٣) ف : حوضاً مطبقاً عليه علامات
(٤) ف : في سمك مثل ذلك او نحوه
(٥) ف : من الجرة
(٦) ط : لا
(٧) ف : غير واردة

البثيون من ساعته فمتى فتح الفثيون الاخر لا يخرج منه شي وينبغي ان نجعل انبوب د ل ادق من كل واحــدة من انبوبي ز هم عســو بشي صلح ليكون كل شي يجري في انبوب د ل يخرج في الأنبوب الذي فتح بثيونه وذلك ما اردنا ان نبين . وقد يستقيم ان نعمل في < هذا العمل >(٩) البثيونات التي || في(١٠) الحمامات وكل موضع يراد مما يركب فيه بثيونين < فافهم ما قــد(T) 30 V وصفنا او نبين >(١١) .



الرسم ٣٨
(عن المخطوطة ط)

(٨) ف : عشق
(٩) ط : تنقص < هذا العمل >
(١٠) ط : اضيفت كلمة < في > لكي يستقيم النص ف : < الفيثونات والحمامات >
(١١) ف : غير واردة

30 V (T)

الشكل التاسع والثلاثون (ط)

نريد ان نبين كيف نعمل جرة لها بزال مغلق نصب فيها الشراب فيجري من البزال اذا فتح فاذا صب الما من راس الجرة انقطع الشراب من البزال وجرى فيه الما فاذا قطع صب الما عاد الشراب يجري من البزال وكذلك لا يزال فعله . < فنعمل لذلك الذي نريد مثاله جرة عليها ا تث >(١) ونقطع راسها بصفيحة آ وليكن في صفيحة(٢) آ ثقب في الوسط هو الذي يصب منه < الما والشراب >(٣) ونلصق تحت الصفيحة وتحت الثقب < انبوب واسع > على قدر غلظ الاصبع وما زاد وليكن طوله قدر اصبعين وما زاد الى الثلاثة اصابع وعليه اب ونقطع أصل عنق الجرة بصفيحة ونثقب في الصفيحة ثقبين عليهما شق ونقطع مابين الثقبين بصفيحة قايمة ارتفاعها قدر اصبعين وعليها(٤) علامة طَ حتى يصير كل واحد من الثقبين عن جنبي الصفيحة القايمه ويكون كل واحد من الثقبين في الحوض الذي تحيط به صفيحة طَ ونصف دور اصل عنق الجرة ونثقب في انبوب بَا الغليظ ثقبين وننفذ في الثقبين انبوبين عليهما جو دز ويكون راس الانبوب الذي عليه < جَ اسفل من راس الانبوب الذي عليه >(٥) دَ بقدر اصبع او زيادة على ذلك . ونعمل على طرف الانبوب الذي عليه جَ غلاف كما عملنا من قبل في كاس العدل ونعمل ايضا على طرفه الاسفل الذي عليه وَ غلاف طوله اربع اصابع أو

(١) ف : فنعمل لما نريد مثال جرة عليها علامة ا تث
(٢) ط : الصفيحة صفحة
(٣) ف : الشراب والما
(٤) ف : وعليهما
(٥) ط : تنقص هذه العبارة

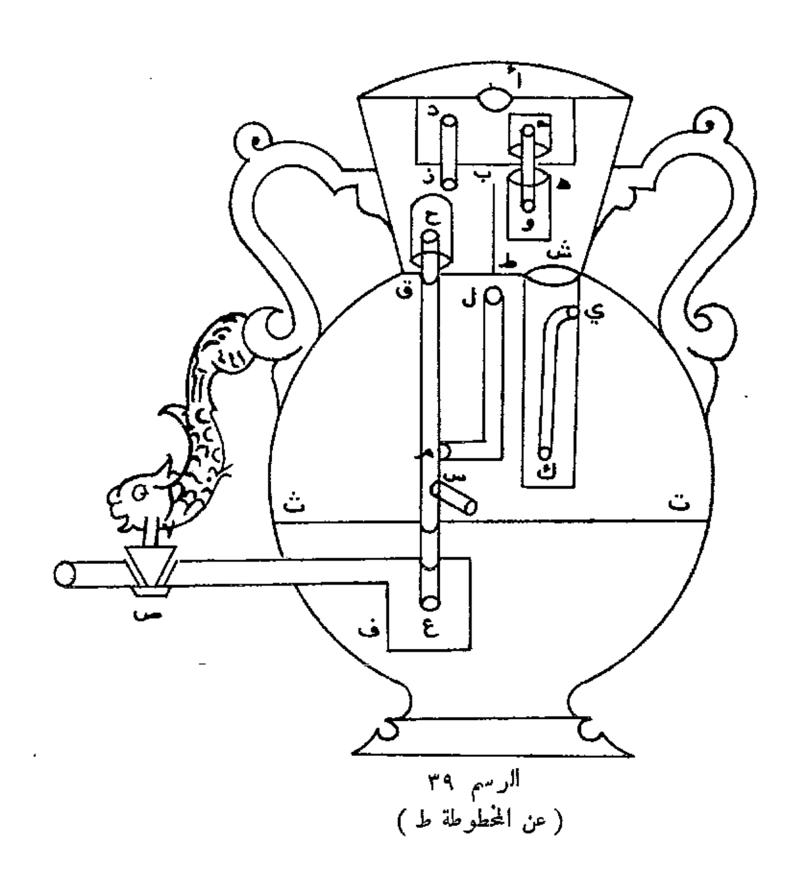
خمسة وعليه و ه وليكن انبوب جو يصب في احد الحوضين وانبوب دز يصب في الحوض الاخر اللذين[٦] عن جنبي الصفيحة صفيحة ط ونخرج من الثقبين اللذين في الصفيحة التي في اسفل عنق الجرة وعليهما ش ق انبوبين عليهما شك ح ق ع وليكن ما يرتفع من انبوب ‖ ح ق ع فوق الصفيحة 31 R (T)
التي قطع بها اصل عنق الجرة وهو قح قدر < اصبعين او اقل >[٧] ونعمل فوقه غلاف ونقطع اسفل الجرة بصفيحة عليها تث وليكن انبوب ح ع ينفذ في صفيحة تث . ونعمل على طرف الانبوب الذي عليه ع < انبوب اوسع منه شبيه >[٨] بالغلاف ارتفاعه قدر اصبعين وعليه علامة ف . وليكن انبوب ف مسدود الطرفين ونخرج من انبوب ف من اعلاه انبوب يخرج منه الى خارج الجرة ويكون ما يخرج منه من[٩] الجرة هو البزال[١٠] والبثيون ومعنى البزال والبثيون في هذا الموضع واحد . وليكن طرف الانبوب الذي عليه ع يجاوز حد البزال الى اسفل انبوب ف ونثقب في وسط انبوب عح او < قريب من الوسط ثقب عليه علامة م >[١١] ونخرج منه انبوب ينتهي الى قريب من اصل عنق الجرة عليه مل ونثقب في اسفله فوق صفيحة تث ثقب عليه س ونخرج منه انبوب صغير مايل الى اسفل الجرة قليلا ونثقب في اعلى انبوب < شك ثقب >[١٢] عليه ي ونخرج من ثقب ي انبوب في داخل انبوب شك عليه يك وليكن طرفيه مفتوحين . فقد تبين انا اذا صببنا الشراب من الثقب الذي في راس الجرة وعليه علامة آ يجري الى الانبوب

(٦) ط : الذي
(٧) ف : اصبع
(٨) ف : < انبوباً اوسع منه شبيهاً >
(٩) ف : عن
(١٠) ف : غير واردة
(١١) ف : < قريباً من الوسط ثقباً عليه م >
(١٢) ف : < سل ثقبا >

< الواسع الذي >(١٣) تحته ويجري في انبوب جو وينصب الى الحـوض ويجري في انبوب شـك وينفذ في انبوب كي الى الجرة ويخرج الهـوا من الجرة في انبوب لم وينفذ من راس الانبوب الذي عليه ح فاذا قطع الشراب وفتح البزال الذي عليه ص يجري الشراب الى البثيون من الجرة في انبوب س(١٤) ويدخل الهـوا الى الجرة في انبوب لم وهـو من الموضع الذي كان خرج منه فمتى صب الما من راس الجرة من الثقب كما صب الشراب جرى الى الانبوب الواسع الذي عليه ا ب ولا يجري ‖ في انبوب جو لانه لايقبل 31 V (T) كما بينا في الابريق الذي اذا انقطع عنه الصب لم يقبل ثانية ويخرج المـا في انبوب د ز الى الحوض الذي فيه ثقب ق وينقطع حينئذ خروج الشراب من الجرة الى البزال(١٥) لانه لا يكون للهوى سبيل الى دخول الجرة ليكون في مكان الشراب اذا < خرج ويجري >(١٦) الما في انبـوب ح ع ويخرج الى البثيون فان(١٧) قطع صب الما عاد الشـراب يخرج وكذلك لا يزال وينبغي ان يكون طرف الانبوب الذي عليه ح ع الاسفل وهـو الذي عليه ع اوسع من طرفه الذي عليه ح ويكون البثيون ايضا واسع اوسع من انبوب ح ع وذلك ما اردنا ان نبين .

---

(١٣) ف : الواسع من الذي،
(١٤) ط : ش
(١٥) ف : البزال الفيثون
(١٦) ف : جرى ويخرج
(١٧) ف : فاذا



الرسم ٣٩
(عن المخطوطة ط)

ملاحظــات

استخدم المؤلف الاصبع : على طول الاصبع احياناً وعلى عرض الاصبع احيانا اخرى . ويستطيع القارىء ان يميز ذلك بسهولة . فالصفيحة ط ارتفاعها اصبعان وهذا يعني هنا إصبع طولي كما ان طول الغلاف و ه اربع او خمس اصابع ولا بد ان يعني الاصبع في هذه الحالة عرض الاصبع .

31 V (T)

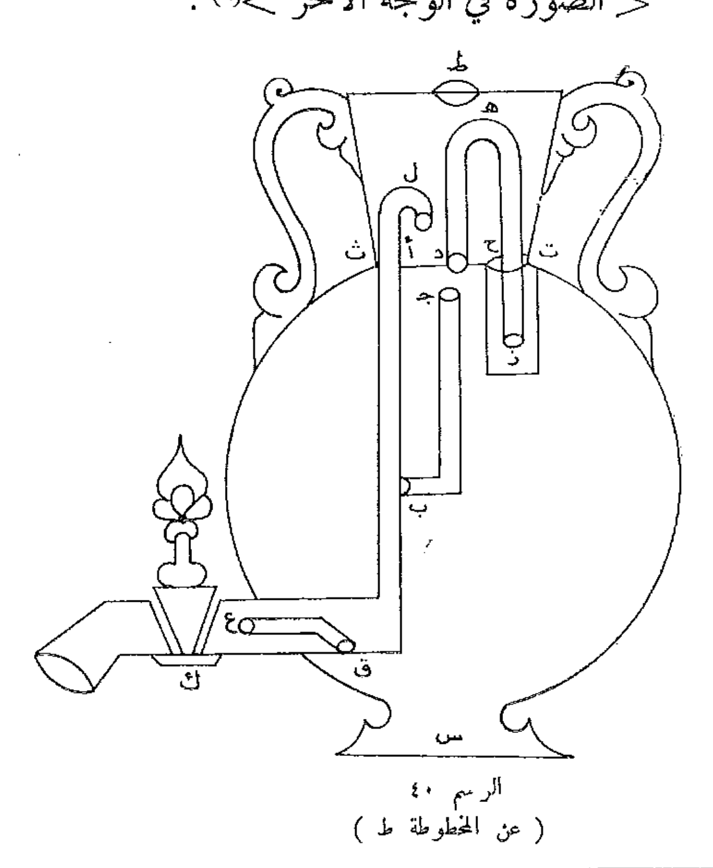
الشكل الاربعون (م)

ولهذه الجرة < ايضا صنعة اخرى تعمل >(١) مثل هذا العمل فنعمل لذلك مثال جرة عليها(٢) طس ونقطع راسها بصفيحة ط وليكن في صفيحة ط ثقب نصب منه الشراب والما عليه ط ونقطع اصل عنق < الجرة بصفيحة عليها تث ونثقب في الصفيحة ثلاثة ثقب عليها >(٣) ح د ا وليكن ثقب ح
اوسعها وثقب د || اضيقها ونلصق على ثقب ج انبوب ح ز وليكن طوله 32 R (T)
اصبع ونلصق على ثقب د طرف انبوب < منعطف د ه ز >(٤) وليكن الموضع المنعطف منه قريب من اعلى عنق الجرة وهو الذي عليه ه وليكن طرفه الذي عليه ز قريب من اسفل انبوب ح ز ونلصق على ثقب ا انبوب يرتفع(٥) طرفه فوق صفيحة تث ويكون ما يرتفع منه منعطف ويكون اقل من اصبع ويكون طرفه الاخر يخرج خارج الجرة ونجعل ما يخرج من الجرة هو البثيون وهو الذي < عليه لك >(٦) ونثقب في انبوب لا ك ثقبين احدهما قريب من الوسط وهو الذي عليه ب والاخر في اسفل الانبوب وهو الذي عليه < ق ونلزق >(٧) مع ثقب ق انبوب صغير يكون في داخل الفثيون وعليه ق ع ونخرج من ثقب ب انبوب يرتفع الى قريب من صفيحة تث عليه ب ج . فقد تبين انه اذا صب الشراب من راس الجرة من موضع ط يسيل

(١) ف : < عمل اخر يعمل >
(٢) ف : غير واردة
(٣) ف : غير واردة
(٤) ف : < منعطف عليه د ه ز >
(٥) ف : < انبوباً مرتفعاً . >
(٦) ف : < عليه علامة لك >
(٧) ف : < و ونلصق . > ملاحظة : في بقية النص من المخطوطة ف ورد الحرف و بدلاً من الحرف ق

على صفيحة تث ويدخل منه شي في انبوب ح ز حتى يغطي طرف انبوب د ه ز الذي عليه ز ويجري الشراب في انبوب لا ك ويخرج الى الجرة في انبوب عق(٨) ويخرج الهوا في انبوب د ه ز ينفتق ويخرج منه لان طرف انبوب د ه ز الذي عليه ز انما غمس في الما شي يسير ولو غمس منه مقدار طويل لما امكن ان يخرج منه الهوى فاذا قطع الصب وفتح البزال يجري الشراب من الجرة في انبوب قع ويخرج من البثيون ويدخل الهوى الى الجرة في انبوب لا بج فاذا صب الما جرى في انبوب لا ك وانقطع خروج الشراب من الجرة لانه قد منع الهوا من الدخول الي الجرة وذلك ما اردنا ان نبين .

< الصورة في الوجه الاخر >(٩) .



الرسم ٤٠
(عن المخطوطة ط)

(٨) ف : في انبوبي بج عق
(٩) ف : غير واردة

الشكل الواحد والأربعون (ما)

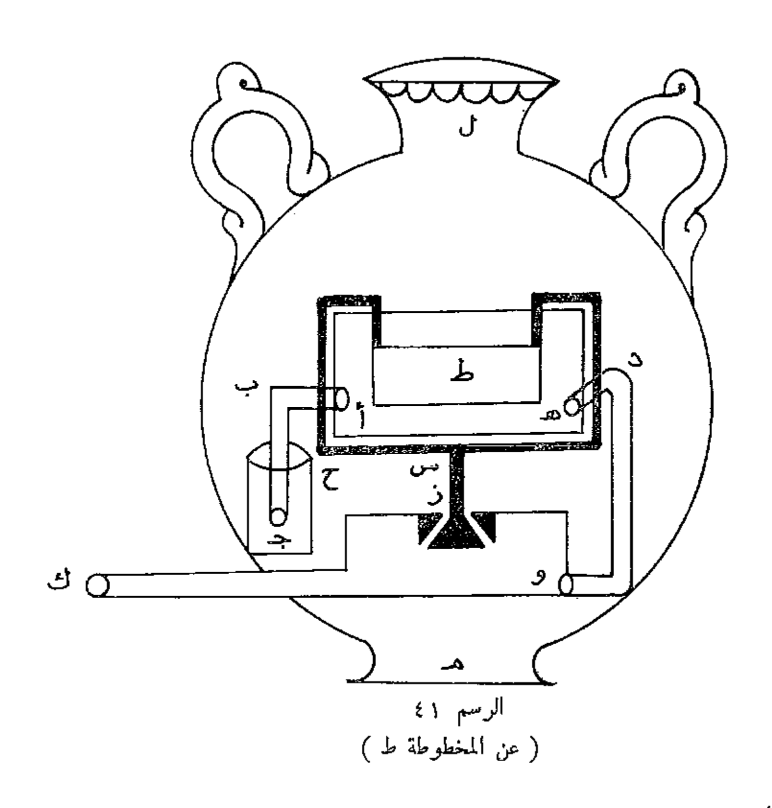
صنعة جرة لها بزال مفتوح نصب فيها الشراب فما(١) دام الصب متصل والبزال لا يخرج منه شي حتى اذا قطع الصب ابتدا البزال يخرج منه الشراب فلا يزال يخرج حتى يصب الما فاذا صب الما ينقطع الشراب من البزال ويجري فيه الما فان قطع صب الما عاد الشراب يجري وكذلك لا يزال . والفرق بين هذه الجرة وبين ما قبلها ان بزال هـــذه مفتوح ابدا والتي قبلها بزالها مغلق ابداً(٢) حتى يُفتح . فنجعل لذلك مثال جرة لمَ ونغطي راسها بصفيحة عليها لَ ونثقب في صفيحة لَ ان شينا ثقب واحد وان شينا ثقب(٣) حتى تصير مثل المغربل . ونعمل حوض وفيه دبة تحت راس الجرة حتى يكون الما او الشراب اذا صب من راس الجرة سال في الحوض وليكن الحوض قدر ثلاث اصابع في ثلاثة اصابع في سمك اربع اصابع وما زاد والدبة < في جوف الحوض تتحرك فيه >(٤) حركة سهلة من غير ان تماس الحوض وليكن سمك الدبة ‖ ما بين الاصبع الى الاصبعين وعلى الحوض علامة آ وعلى الدبة علامـــة طَ 33 R (T)
ونلصق بالدبة قضيبين يرتفعان حتى يجاوزان اعـــلى الحوض ثم ينعطفان من خارج الحوض حتى يلتقيـــان في اســـفله عند(٥) علامـــة سَ ونمـــد من سَ < قضيب الى اسفل عليه >(٦) سَ زَ ونعمل عليه(٧) في اسفل الجرة حوضاً مطبقاً(٨) عليه وَ زَ ونخرج منه انبـــوب الى خارج الجرة وعليـــه كَ ويكون

(١) ف : ما
(٢) ف : غير واردة
(٣) ف : ثقب عدة
(٤) ف : تتحرك في جوف الحوض
(٥) ف : عنده
(٦) ف : قضيباً الى اسفل الجرة عليه
(٧) ف : غير واردة
(٨) ف : صغيراً

ماخرج[٩] عن الجرة منه هو البزال ونعمل في اعلى حوض و ز باب مطحون[١٠] وتكون الانثى ملتزقة[١١] بسطح الحوض الاعلى ويكون الذكر ملصق[١٢] بطرف قضيب ز س[١٣] الذي عليه ز لكي يكون اذا ارتفعت دبة ط انسد الباب وانطبق الذكر على الأنثى . ويخرج من اسفل حوض آ من نقطة آ بعد ان نثقب موضع نقطة آ انبوب منعطف عليه ا بج ونعمل علي طرفه الذي عليه ج غلاف كما عملنا في الابريق الذي لا يقبل اذا قطع عنه الصب وعليه[١٤] جح ويكون موضع الانعطاف من الانبوب وهو الذي عليه علامة ب يحاذي في < الارتفاع نصف حوض آ او اقل من ذلك . ونخرج ايضا من اسفل حوض آ بعد ان نثقبه ثقبا اخر عند نقطة ه انبوب منعطف عليه ه د و يكون موضع >[١٥] الانعطاف وهو الذي عليه د مساوى في الارتفاع لاعلى حوض آ او دونه قليلا ونلزق[١٦] طرفه الذي عليه و بحوض و ز بعد ان نثقب الحوض . فقد تبين انا اذا صببنا الشراب من راس الجرة يسيل الى حوض آ فترتفع دبة ط وينطبق الباب الذي عليه ز فاذا حاذا[١٧] الشراب موضع الانعطاف الذي عليه ب وذلك قريب من < نصف ارتفاع >[١٨] حوض آ || كما قلنا قبل[١٩] يجري الشراب في انبوب ا بج المنعطف الى الجرة 33 V (T) فاذا قطع الصب استقلت الدبة وانفتح الباب وجرى الشراب في البزال فاذا صب الما ارتفعت الدبة ايضا وانغلق الباب وانقطع خروج الشراب فاذا امتلا

(٩) ف : يخرج
(١٠) ط : تنقص < مطحون >
(١١) ف : ملتصقة
(١٢) ف : ملتصقاً
(١٣) ف : س
(١٤) ف : وعايه علامة
(١٥) ف : غير واردة . هناك علامة تشير الى النقص مع كتابة غير مقروءة في الحاشية
(١٦) ف : وتلصق
(١٧) ط : حاز
(١٨) ف : ارتفاع نطيف
(١٩) ط : < قبل ان >

حوض آ من الما يجري في انبوب هد و المنعطف ويخرج الى بزال ك وان قطع صب الما عاد خروج الشراب وكذلك لا يزال وذلك ما اردنا ان نبين . ولو اردنا ان نلزق[٢٠] على راسها قمع متصل بانبوب منعطف ليكون اذا صب فيه برفق وقـع الصب في حوض آ واذا صب صباً قوياً وقع الما في الجرة او في حوض يحـاذيه[٢١] < ويكـون حتى اذا تمكن فيـه الاختيار وذلك ما اردنا >[٢٢] .



الرسم ٤١
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـات

يجب ان يكون الكوع د للسيفون هدو اعلى مما هو مبين في الرسم ، اي يجب ان يكون قريبا من سقف الحوض آ حسبما ورد في النص .

---

(٢٠) ف : نلصق
(٢١) ط : يحذيه
(٢٢) ف : ويكون حينئذ او ذلك ان يقع فيها اختياره

صنعة جرة لها ثلاثة بزل مفتوحة يصب فيها الشراب كما صب في التي قبلها ولا يسيل من البزل(١) شي ما دام الصب < متصل فاذا قطعت >(٢) الصب < ابتدا البزال الاوسط يسيل منه الشراب >(٣) فلا يزال كذلك حتى يصب في الجرة ما فاذا صب الما انقطع الشراب من البزال الاوسط وجرى فيه الما وجرى الشراب في البزالين الاخرين فان(٤) قطع صب الما عاد الشراب الى البزال الاوسط وانقطع منه الما وكذلك لا يزال الفعل . فنعمل لذلك مثال الجرة كما عملنا ‖ < في التي قبلها ونعمل في عنق الجرة او تحت 34 R (T) العنق حوضاً وفيه دبة كما عملنا >(٥) في التي قبل وعلى الدبة علامة طَ وعلى الحوض علامة اَ ونلصق بالدبة قضيبين كما فعلنا قبل يرتفعان حتى يجاوزا الحوض ثم ينعطفان < من خارج الحوض حتى يلتقيا >(٦) على علامة سَ ثم نخرج من علامة سَ قضيب موصول بالقضيبين الى قريب من اسفل الجرة وعليه سزَ ونعمل عند منتهى القضيب حوض مطبق كما فعلنا قبل عليه علامة وَ زَ ونثقب فيه عند علامة < وَ ثقب >(٧) ونعمل في اعلا الحوض عند علامة زَ باب مطحون ونلصق الانثى بسطح هذا الحوض ونلصق الذكر بطرف القضيب الذي عليه زَ ونجعل انفتاحه الى اسفل . ونخرج من هذا

(١) ف : البزال
(٢) ف : متصلا فاذا قطع
(٣) ف : ابتدى الشراب يخرج من البزال الاوسط
(٤) ف : فاذا
(٥) ط : تنقص هذه العبارة
(٦) ف : < من خارج الحوض حتى يلتقيا > ط : < حتى يبلغان أعني يلتقيان >
(٧) ف : < اَ وَ ثقباً . >

الحوض انبوب الى خارج الجرة عليه علامة كَ ويكون ما خرج منه عن الجرة هو البزال الاوسط . ونثقب في اسفل حوض آ ثقب عليه هَ ونخرج من ثقب هَ الى ثقب وَ انبوب منعطف عليه ه د و ويكون موضع الانعطاف الذي عليه دَ مع راس حوض آ في الارتفاع او قريب من ذلك ونلصق على سطح حوض و ز انبوب عليه شص ويكون غلظه قدر اصبعين وارتفاعه الى قريب من حوض آ ونثقب في اسفل هذا الانبوب ثقب ينفذ الى الجرة < عليه علامة شَ ونثقب في هذا الانبوب ثقب >[٨] اخر واسع ونخرج منه انبوب عف الى خارج الجرة ويكون ما خرج[٩] منه عن الجرة هو البزال الثاني ويكون طرفه الاخر الذي عليه عَ داخل في جوف الانبوب الغليظ ونركب على طرفه الذي عليه عَ باب مطحون ونلصق الانثى بطرف الانبوب .
ونثقب في انبوب عف ثقب عليه ثَ ونخرج منه انبوب ت ث الى خارج الجرة ويكون ما خرج[١٠] منه عن الجرة هو البزال الثالث . ونثقب في حوض آ ثقبين احدهما في اسفل الحوض عند نقطة آ والاخر قريب من وسط الحوض عليه علامة جَ وليكن ثقب جَ اوسع من ثقب آ ونخرج من ثقب آ
< انبوب ا ب ونثقب >[١١] || بالقرب من طرف انبوب ا ب الذي عليه 34 V (T)
بَ ثقب عليه حَ ونخرج من ثقب < جَ الى ثقب >[١٢] حَ انبوب ج ح ونلصق على طرف الانبوب الذي عليه بَ انثى من باب مطحون ونعمل تحت[١٣] طرف انبوب ا ب الذي عليه بَ حوض فيه دبة وفوق الدبة[١٤] < حوض صغير ملصق >[١٥] بها مساحته مثل مساحتها او زيادة قليل على

---

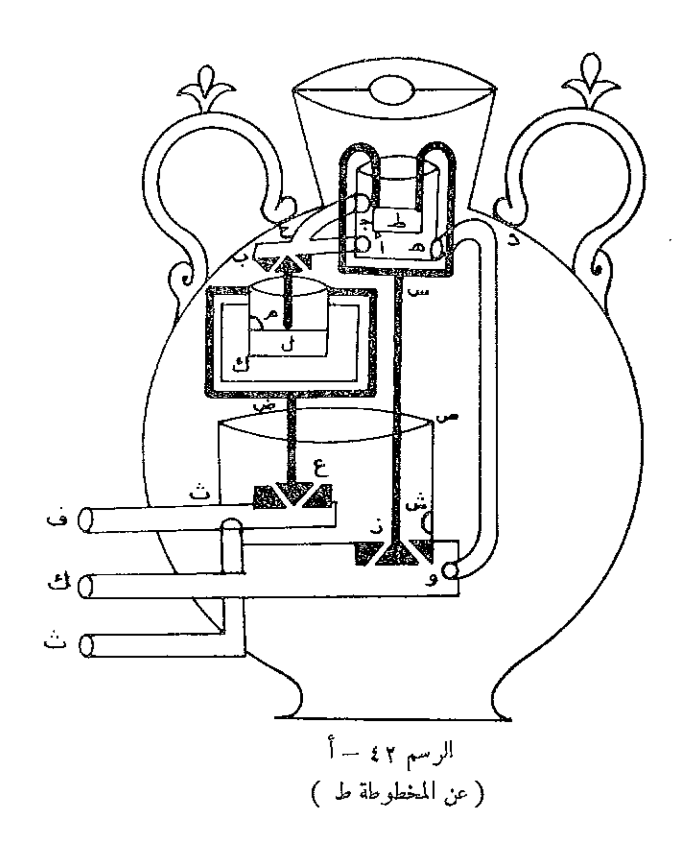
(٨) ف : غير واردة
(٩) ف : يخرج
(١٠) ف : يخرج
(١١) ف : انبوبا عليه ا ب
(١٢) ف : غير واردة
(١٣) ف : غير واردة
(١٤) ف : دابة
(١٥) ف : حوضا صغيرا ملتصقاً

مثال ما عملنا في الابريق[16] الذي لا يقبل وعلى الحوض علامة ك وعلى الدبة علامة ل وعلى الحوض الذي فوق < الدبة علامة م >[17] وليكن ارتفاع الدبة مثل ثلثي ارتفاع الحوض او ثلاثة ارباعه ونثقب في اسفل حوض م < ثقب صغير عليه علامة م >[18] لكي اذا صب[19] الما في انبوب اب الى حوض م لا يزال الما يخرج من ثقب م الى حوض ك فاذا انطفح حوض م فاض الى حوض ك والى الجرة ونلصق في سطح دبة ل الذكر من الباب الذي الصقنا انثاه على طرف الانبوب الذي عليه ب لكي اذا ارتفعت دبة ل انطبق الذكر من الباب على الانثى ونلصق بدبة ل او بحوض م قضيبين ينعطفان من خارج الحوض حتى يلتقيان على علامة ض[20] على مثال ما عملنا في عدة مواضع ونصل بالقضيبين < قضيب عليه ض ع >[21] ونلصق على طرفه الذي عليه ع الذكر من الباب الذي الزقنا[22] انثاه عند علامة ع حتى تكون دبة ل اذا كانت مستقرة على اسفل حوض ك يكون الباب الذي عليه ع منطبق واذا ارتفعت دبة ل انفتح الباب الذي عليه ع . فقد تبين انا اذا صببنا شراب من راس الجرة سال الى حوض ا وارتفعت دبة ط وانطبق الباب الذي عليه ز ويجري الشراب في انبوب اب واذا بلغ الشراب ايضاً من حوض ا الى ثقب ج يجري في انبوب ج ح وخرج من طرف الانبوب الذي عليه ب || وانما عملنا انبوب جح لكي لا يمتلي حوض 51 R (T)
ا فياخذ عند ذلك انبوب ه د و الشراب . فنرجع الى ما كنا عليه فما دام الصب[23] متصل فهو يجري من انبوب اب ومن انبوب جح الى انبوب

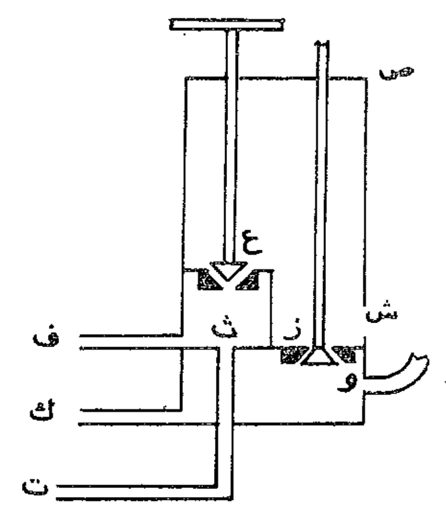
(١٦) ط : الانبوب
(١٧) ف : وهو الحوض المطبق بها علامة م
(١٨) ف : عند علامة م
(١٩) ف : يصب
(٢٠) ف : م
(٢١) ف : قضيبا عليه م ع
(٢٢) ف : الصقنا
(٢٣) ط : تنقص < الصب >

اب وجميع ذلك ينصب الى حوض م ولا يزال الشراب يفيض من حوض م الى الجرة ويخرج ايضا مع ذلك من ثقب م ولا يزال كذلك مادام الصب متصل فاذا قطع(٢٤) الصب استقلت دبة ط وانفتح باب ز وجرى الشراب في بزال ك ويتفرغ ما في حوض م من الشراب من ثقب م وترتفع دبة ل < فينطبق باب ب >(٢٥) الذي هو طرف انبوب اب وينفتح باب ع ولا يزال الشراب يجري في بزال ك حتى يصب الما فاذا صب الما من راس الجرة ارتفعت دبة ط وانطبق باب ز واذا امتلى حوض ا يجري الما في انبوب < ه د و وخرج >(٢٦) من بزال ك وهو البزال الاوسط واذا < انطبق باب ز >(٢٧) يكون الشراب الذي يخرج(٢٨) من الجرة في ثقب ش الى انبوب ش ص ويرتفع في انبوب ش ص فاذا بلغ الى الباب الذي عليه ع يجري في انبوب عف ويجري ايضا في انبوب ت ث ولا يزال كذلك يجري(٣٠) الشراب من < بزالي ف ت >(٣١) ويخرج الما من بزال ك ما دام الصب < متصل فاذا انقطع >(٣٢) الصب انقطع الما من بزال ك واستقلت دبة ط فاذا تفرغ حوض ا وانفتح باب ز جرى(٣٣) الشراب من الجرة في ثقب ش وخرج من باب(٣٤) ز الى بزال ك واذا(٣٥) اعيد صب الما || عاد الفعل 51 V (T)
وكذلك لا يزال وذلك ما اردنا ان نبين .

(٢٤) ف : انقطع
(٢٥) ط : فينطبق ب
(٢٦) ف : ه و ويخرج
(٢٧) ط : انطبق ز
(٢٨) ف : يجري
(٢٩) ف : بتث
(٣٠) ف : يخرج
(٣١) ط : بزال ت ث
(٣٢) ف : متصلا فاذا قطع
(٣٣) ف : وجرى
(٣٤) ف : د
(٣٥) ف : فان



الرسم ٤٢ — أ
(عن المخطوطة ط)



الرسم ٤٢ — ب
رسم توضيحي لمخارج السوائل من أسفل الجرة (عن هاوسر)

ملاحظـــات

عند صب الشراب داخل الجرة لا يخرج من المخارج الثلاثة (البِزْل) شيء وذلك لان الصمام او الباب المطحون ع يكون مقفلاً (انظر المبدئين ٤ ، ٥ من المبادىء الاساسية حيث تقوم العوامة ل والحوضان م ، ك والقضبان م ض ع بمهمة اقفال الباب المحطون ع) . لذلك يرتفع الشراب في الجرة وفي الانبوب ص ش الى نفس المستوى لان كلا منهما متصل بالآخر بواسطة الثقب ش . وعنـــد توقف الصب يتفرغ الحوض آ مـــن الانبوبين ا ب و ج ح ب وتهبط العوامة ط وبهبوطها ينفتح الصمام او الباب المطحون ز ويسيل الشراب من الانبوب ص ش الى الحوض و وينبعث الشراب من البزال ك . ويدخل بعض الشراب من الجرة الى الانبوب ص ش من خلال الثقب ش ، ولكن كمية هذا الشراب لاتكفي لرفع مستواه في الانبوب الى مستوى الصمام ع قبل ان يتم تفريغ الحوض م وبالتالي قبل ان ترتفع العوامة ل وينفتح الصمام ع . وعند صب الماء في الجرة يسيل الى الحوض آ ويرفع العوامة ط ويقفل الصمام ز . عندئذ يرتفع الشراب في الانبوب ص ش حتى يصبح في مستوى الصمام ع . لذلك يسيل الشراب من الصمام ع وينبعث مـــن البزالين ف ، ت ، ولا يستطيع الماء ان يجرى من الحوض آ خلال الانبوبين ا ب و ج ح ب لان الصمام ب مقفل ، لذلك يسيل الماء خلال الانبوب هـ د و الى الحوض و وينبعث من البزال ك . وعندما يتوقف صب الماء يهبط مستوى الماء في الحوض آ بسبب انسيابه خلال الانبوب هـ د و وهذا الهبوط يكفي لجعل العوامة ط تهبط وبهبوطها ينفتح الصمام ز . لذلك يبدأ الشراب بالخروج ثانية من البزال ك في حين يتوقف خروجه مـــن البزالين الآخرين .

51 V (T)

الشكل الثالث والاربعون[١] (مجـ)

صنعة جرة نصب[٢] فيها الوان من الرطوبات لون بعد لون من ثقب واحد من راس الجرة فلا تختلط وللجرة بثيون فاذا فتح ذلك البثيون خرج اللون الذي صببته اولا ثم يتبعـه الثاني اذا في < فاذا في الثاني يتبعـه الثالث >[٣] وكذلك لا يزال حتى ينفذ جميع الالوان . فنصّير[٤] لذلك مثال < جرة تث >[٥] وراسها موضع تَ ونلصق علي راسها صفيحة مثقوبة عنـد موضع تَ ونجعل تحت الثقب حوض صغير عليه كَ يكون قدر اصبعين في اصبعين في سمك ثلاثة اصابع ونثقب في سفل[٦] هـذا الحوض ثلاثة ثقب ونعمل في الجرة ثلاثة احواض تكون متساوية او شبيه[٧] بالمتساوية عـلي اي قدر شينا لانا نقدر ان نصب في هذه الجرة ثلاثة الوان وعلى < الاحواض علامة >[٨] فَ صَ قَ وانمـا نعمل قـدر هـذه الاحواض من العظم والصغر علي قـدر < سـعة الجرة >[٩] والامكان فيها وليكن كل حوض منها على مثال الصورة التي صورنا وعلي ذلك الشكل ونثقب في اسفل حوض قَ على قدر ارتفاع ثلاثة اصابع من اسفله او نحو ذلك ثقب عليه آ ونثقب في اسفل

(١) ف : هذا الكتاب الثالث من كتاب ابي الحسن احمـد بن موسى المنجم رحمـه الله في الحيـل للعفريت الفيلسوف احمد بن حياة امها
بسم الله الرحمن الرحيم

(٢) ف : صب

(٣) ف : ثم يتبعه الثالث اذا في

(٤) ف : فنصور

(٥) ف : جرة عليها تث

(٦) ف : اسفل

(٧) ف : شبيهة

(٨) ف : الاحواض الثلاثة علامات

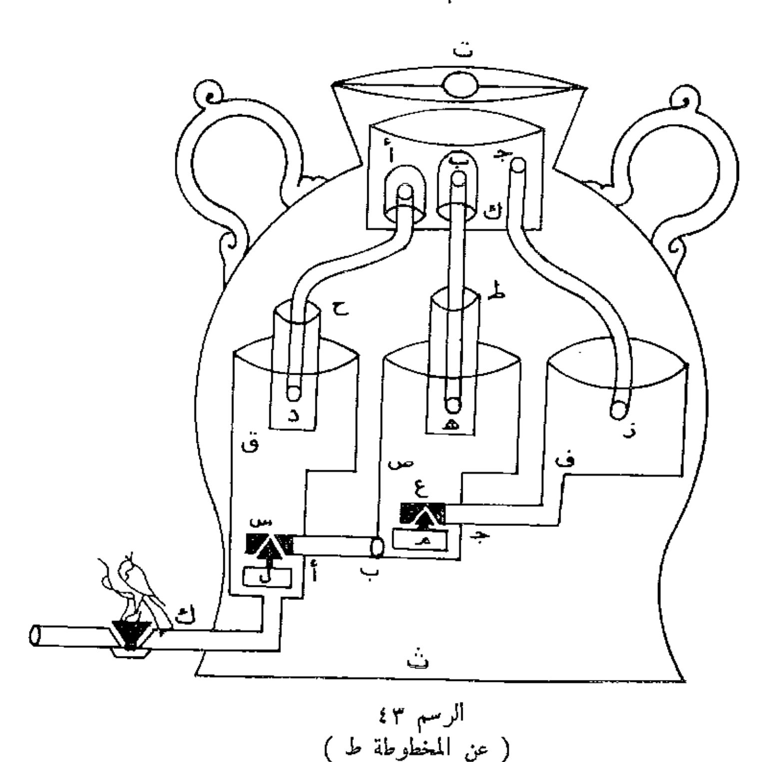
(٩) ف : سعة عظم الجرة

حوض ص ثقب عليه ب وندخل في ثقبي با < انبوب باس >(١٠) وليكن
ما يدخل من هذا الانبوب في حوض ق مابين الاصبع الى الاصبعين ونعمل
على طرفه الذي عليه س انثى من باب مطحون يلصق به عليه علامة س ونعمل
في اسفل حوض ق دبة صغيرة عليها علامة ل وعلى سطحها الاعلى يلصق
ذكر الباب المطحون لكي اذا ارتفعت الدبة انطبق الذكر على الانثى ونخرج
من اسفل حوض ق انبوب الى خارج الجرة ويكون ما ||خرج منه عن الجرة 52 R (T)
هو البثيون وعليه علامة ك ونثقب ايضا < على قدر ثلاثة >(١١) اصابع في
اسفل حوض ص ثقب عليه ج وفي اسفل حوض ف ثقب عليه ف ونصل
ما بين الثقبين بانبوب عليه فجع كما < فعلنا قبل >(١٢) ويكون على طرف
الانبوب الذي عليه ع انثى من باب مطحون ملصق(١٣) به وفي اسفل حوض
ص(١٤) دبة عليها م وعلى سطحها الاعلى قد الصق الذكر من الباب المطحون
لكي اذا ارتفعت دبة م انطبق الباب . وندخل في الثقب الثلاثة التي ثقبت في
حوض ك ثلاثة انابيب كل انبوب منها ينتهي الى حوض من حياض فصق
عليها ا د به جز وليكن راس انبوب ج ارفع من راس انبوب ب و ب ارفع
من ا كما عملنا قبل ونعمل على طرفي انبوب ا د غلافين كما عملنا في الابريق
الذي لا يقبل ونعمل على طرفي انبوب به غلافين ايضا على ذلك المثال . فقد
تبين انا اذا صببنا اللون الاول يجري في انبوب ا د ويفيض من انبوب دح
الى حوض ق وترتفع دبة ل وتسد باب س فاذا قطع الصب وصب اللون
الثاني يجري في انبوب به لان انبوب ا د لا يقبل لان(١٥) اللون الثاني لايرتفع
الى طرف انبوب جز الذي عليه ج لانه ارفع من طرف الانبوب الذي عليه

---

(١٠) ف : غير واردة
(١١) ط : على ثلاثة
(١٢) ف : عملنا في الحوض الاخر قبل
(١٣) ف : ملتصقا
(١٤) ط : س
(١٥) ف : ولان

ب فيجري اللون الثاني في انبــوب به ويفيض من انبوب هط الى حوض ص وترتفع دبة م وينطبق باب ع فاذا قطــع اللون الثاني وصب اللون الثالث يجري في انبوب جز الى حوض ف فاذا قطــع صب اللون الثالث < وفتــح بثيون ك يجري اللــون الذي >(١٦) في حوض ق فيخرج من بزال ك حــتى ينفذ فاذا نفذ واستقلت دبة ل وانفتح باب س يجري اللون الذي في حوض ص فيخرج في انبــوب < باس الى بثيــون ك فاذا نفــذ ما في حوض ص استقلت >(١٧) دبة م وانفتح الباب الذي عليه ع ويجري اللون الــذي في حوض ف في انبوب فجع وفي انبوب باس حتى < يجري من بثيون ك >(١٨) وذلك ما اردنا ان نبين < فافهم ما وصفنا ان شا الله >(١٩) .



الرسم ٤٣
(عن المخطوطة ط)

(١٦) ط : وفتح الفيثون يجري الذي
(١٧) ف : باس ويجري من بزال ك فاذا فني اللون الذي في حوض ص واستقلت
(١٨) ف : يخرج من فثيون بزال ك
(١٩) ف : غير واردة

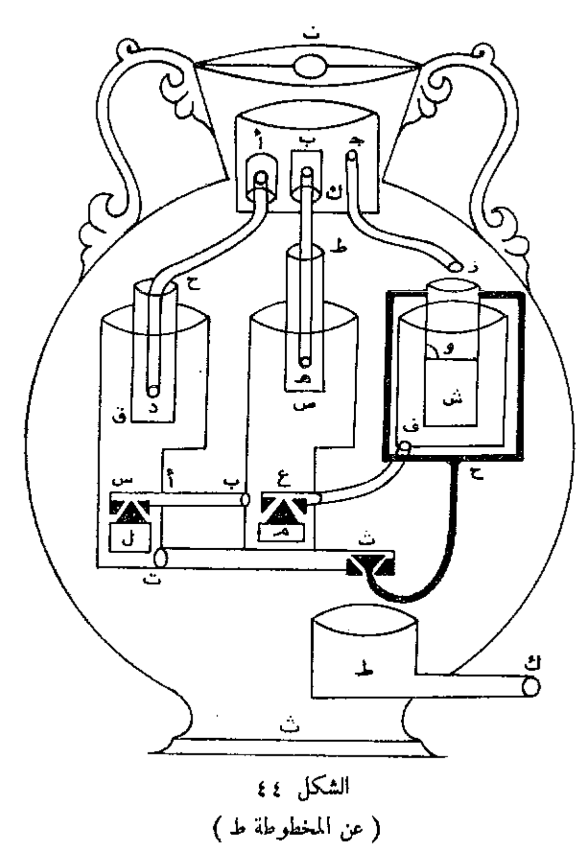
صنعة جرة اخرى تعمل مثل عمل هذه الجرة غير ان بزالها مفتوح ونجعلها ايضا لثلاثة الوان فاذا صب الانسان اللون الثالث ثم قطع الصب يبتدي اللون الذي صبه اولا يجري(١) من البزال فاذا فني تبعه الثاني فاذا فني الثاني تبعه الثالث حتى تنفذ جميع الالوان وان احب الانسان ايضا < ان يكون اذا صب اللون الثاني ثم قطع الصب >(٢) يبتدي اللون الاول فيجري ثم يتبعه الثاني اذا فني فعل ذلك(٣) وسنوضح الحيلة في ذلك عند < تمام البرهان على عمل هذه >(٤) الجرة . فنبدا فنعيد المثال غير انا نزيد في ذلك ما نصف وهو ان نخرج من اسفل حوض قَ بعد ان نثقبه انبوب عليه تَ ثَ ونلصق على طرفه الذي عليه ثَ انثى باب مطحون ويصير الفتح الى ما يلي راس الجرة ونعمل في حوض فَ دبة فوقها حوض كما عمل في الابريق الذي لا يقبل وعلى الدبة علامة شَ وعلى الحوض الذي فوقها علامة وَ ونثقب في اسفل الحوض عند نقطة وَ < ثقب صغير عليه وَ تجري >(٥) منه الرطوبة الى حوض فَ وليكن ارتفاع دبة شَ مثل || ثلثي او ثلاثة 53 R (T) ارباع ارتفاع حوض وَ وليكن ارتفاع حوض فَ مثل ارتفاع الدبة او قريب من ذلك ونلصق بطرف حوض وَ قضيبين ينعطفان من خارج حوض فَ ويلتقيان عند نقطة حَ ونصل بموضع التقايهما قضيب ينعطف عند باب

(١) ف : فيجري
(٢) ف : اذا قطع صب اللون الثاني
(٣) ف : غير واردة
(٤) ف : تمام المثال والبرهان على المثال في هذه
(٥) ف : ثقبا صغيرا عليه وَ لتجري

ث حتى يدخل في الباب وعليه ح ث ونلصق على طرف القضيب الذي عليه ث الذكر من الباب لكي اذا ارتفعت دبة ش انفتح باب ث ولتكن الرطوبة التي تخرج من طرف الانبوب الذي عليه ث تنصب الى حوض صغير عليه ط ويتصل هذا الحوض بالبزال الذي عليه ك . فقد تبين انا اذا صببنا اللون الاول يجري الى حوض ق كما بينا في الجرة التي < قبل هذه >(٦) وكذلك اذا صببنا اللـــون الثاني يجري(٧) الى حوض ص واذا صببنا اللون(٨) الثالث يجري في انبوب جز وينصب في حوض و وتجري(٩) الرطوبة من ثقب و الى حوض ف < ويفيض ايضـــاً حوض و >(١٠) < فاذا قطـــع >(١١) الصب جرى الما الذي في حوض و من ثقب و الى حوض ف فاذا انصبت الرطوبة من حوض و ابتدت دبة ش ترتفع وينفتح(١٢) الباب الذي عليه ث وتنصب الرطوبة التي في حوض ق وتخرج في انبوب تث الى حوض ط وتخرج من بزال ك فاذا فنيت الرطوبة من حوض ق استقلت دبة ل وانفتح الباب(١٣) باب س وخرجت الرطوبة التي في حوض ص في انبـــوب باس وتجري في انبـــوب تث الى حوض ط وتخرج من بزال ك وكذلك ايضا(١٤) اذا نفـــذ اللون الثاني خرج اللون الثالث كما بينا قبل وذلك ما اردنا ان نبين . وقـــد تبين ايضا انه ان اراد الانسان المتولي للعمـــل بهذه الجرة ان يكون اذا صب اللون || الثاني ثم قطع الصب يخرج اللون الاول من البزال ثم يتبعه الثاني اذا 53 V (T)
فني وذلك بان يصب من اللون الثاني شي يسير قدر اوقية او اقل من ذلك ثم يقطع الصب من غير ان يعلم به احد ثم يعيده فيصير اللون الثاني يجري في

(٦) ف : قبلها
(٧) ف : يخرج
(٨) ف : غير واردة
(٩) ف : وتخرج
(١٠) ط : < وتنصب الى حوض ق >
(١١) ف : غير واردة
(١٢) ف : ويرتفع
(١٣) ف : غير واردة
(١٤) ف : غير واردة

انبوب جزَ < واذا جرت الرطوبة في انبـــوب جزَ >[١٥] قطع[١٦] الصب . فقد تبين ان دبة شَ ترتفع وينفتح باب ثَ ويخرج[١٧] اللون الاول ثم يتبعه الثاني وهذه الحيلة عجيبة لانها تقع في باب الاختيار وذلك لان العامل بالجرة يستطيع ان يقول لمن بحضرته اي شي تحبون اذا صببت اللون الثاني < يجري البزال >[١٨] اولا يجري حتى يصب اللـــون الثالث واي شي طلب[١٩] منـــه من ذلك < فعله ان شا الله > [٢٠] .



الشكل ٤٤
(عن المخطوطة ط)

---

(١٥) ط : غير واردة
(١٦) ط : ثم قطع
(١٧) ف : ويجري
(١٨) ف : يجري من البزال
(١٩) ف : تطلب
(٢٠) ف : يفعله

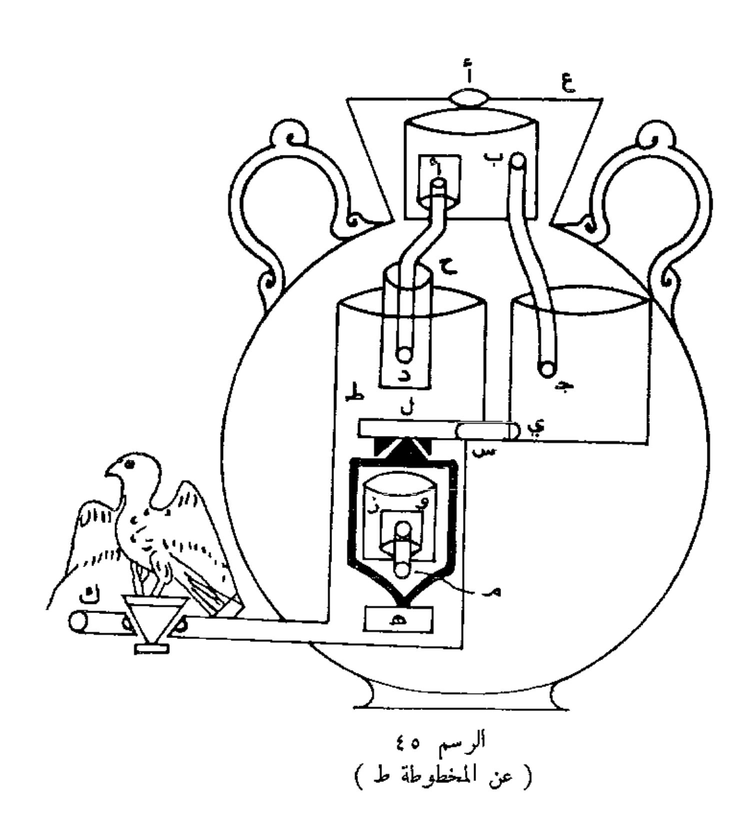
صنعة جرة اخرى نصب فيها الوان ايضا من موضع واحد لها بثيون . فان كان مغلق فاذا فتح خرجت الالوان يخرج اللون الاول ثم يتبعه الثاني اذا مضت سويعة فاذا في الثاني ومضت سويعة يخرج الثالث وكذلك لا يزال . وان كان البزال مفتوح فانه اذا صب اللون الأخير ثم قطع تبتدي الالوان فتخرج كما ذكرنا وعلى الترتيب الذي وصفنا . فنعمل لذلك مثال جرة على راسها علامة عَ وتحت راسها حوض فيه علامتي اب وراسها مغطى بصفيحة فيها ثقب آ ونثقب في حوض اب ثقبين ونعمل هذه الجرة <على ان يصب فيها لونين . ونعمل في الجرة>(١) حوضين عليهما علامتي يط على المثال الذي صورنا . ونثقب في حوض يَ في اسفله ثقب يَ ونثقب في حوض طَ ثقب عليه سَ ونصل ما بين الثقبين بانبوب عليه يسل ونلصق على طرف لَ انثى من باب مطحون ونجعل في حوض طَ تحت طرف(٢) انبوب يسل الذي عليه لَ حوض ونجعله اوسع ما يمكنا وعليه علامتي و ز ونعمل في حوض و ز انبوب ينفذ طرفه <في ارض الحوض>(٣) وعليه غلاف كما عملنا في انبوب كاس العدل وعليه ز م(٤) ونعمل تحت حوض وز دبة عليها علامة هَ ونخرج من سطح دبة هَ قضيبين ينعطفان من خارج حوض و ز ويلتقيان تحت الباب الذي عليه لَ ونلصق الذكر من الباب في موضع التقا القضيبين لكي اذا ارتفعت الدبة انطبق الباب الذي عليه لَ . ونخرج من

(١) ف : غير واردة
(٢) ف : غير واردة
(٣) ط : في الحوض
(٤) ط : ز ص في النص ، ز م على الرسم

الثقبين اللذين في حــوض اب انبوبين الى < حوضي >(٥) يط عليهما بجاد ويكون طرف ب(٦) ارفع من طرف ا ونعمل على طرفي انبوب اد غلافين كما عمل(٧) في الابريق الذي لا يقبل وليكن الغلاف الاسفل ‖ طويل وعليه 57 V (T) دح . ونخرج من اسفل حوض ط انبوب الى خارج الجرة ويكون ما يخرج عن الجرة هو البثيون . فقد تبين انا اذا صببنا اللون الاول في(٨) راس الجرة يخرج(٩) في انبوب اد ويفيض من انبــوب دح الى حوض ط وترتفع دبة ه فينطبق الباب الذي عليه ل واذا صب اللون الثاني يجري في انبــوب بج الى حوض ي . فقد تبين انه اذا فتح بزال ك (١٠) يخرج اللون الذي في حوض ط فاذا فني ما في حوض ط من الرطوبة تستقل دبة ه وينفتــح باب ل ويجري اللــون الذي في حوض ي في انبوب يســل ويصب في حوض و ز < فاذا ارتفع في حوض و ز >(١١) الى موضع ز خرجت(١٢) الرطوبة في انبوب ز م(١٣) وخرجت(١٤) من بزال ك وبهذا التدبير نعمله لعدة الوان < ان اردنا . وان اردنا ان >(١٥) يكون البزال مفتوح حتى اذا صب اللون الاخــير ثم قطع يجري اللــون الاول ثم يتبعه الثاني بعــد ساعة وكذلك اذا فني الثاني ومضت ســويعة يجري الثالث وكذلك لا يزال فان(١٦) اردنا ذلك عملنا

(٥) ط، ف : حوض وهو تصحيف
(٦) ف : ب ت
(٧) ف : عملنا
(٨) ف : من
(٩) ف : يجري
(١٠) ف : ط
(١١) ف : غير واردة
(١٢) ف : تجري
(١٣) ط : زص في النص ، زم في الرسم
(١٤) ف : وتخرج
(١٥) ط : ان اردنا أن
(١٦) ف : فاذا

< كما عملنا >(١٧) في الجرة التي قبـــل < هذا التي بزالها >(١٨) مفتـــوح < فافهم ما وصفنا ونبينه ان شا الله >(١٩) .



الرسم ٤٥
(عن المخطوطة ط)

(١٧) ف : غير واردة
(١٨) ف : هذه التي لها بزال
(١٩) ف : < من عمل باب ث وحوض ط التي في الجرة الماضية وذلك ما اردنا ان نبين >

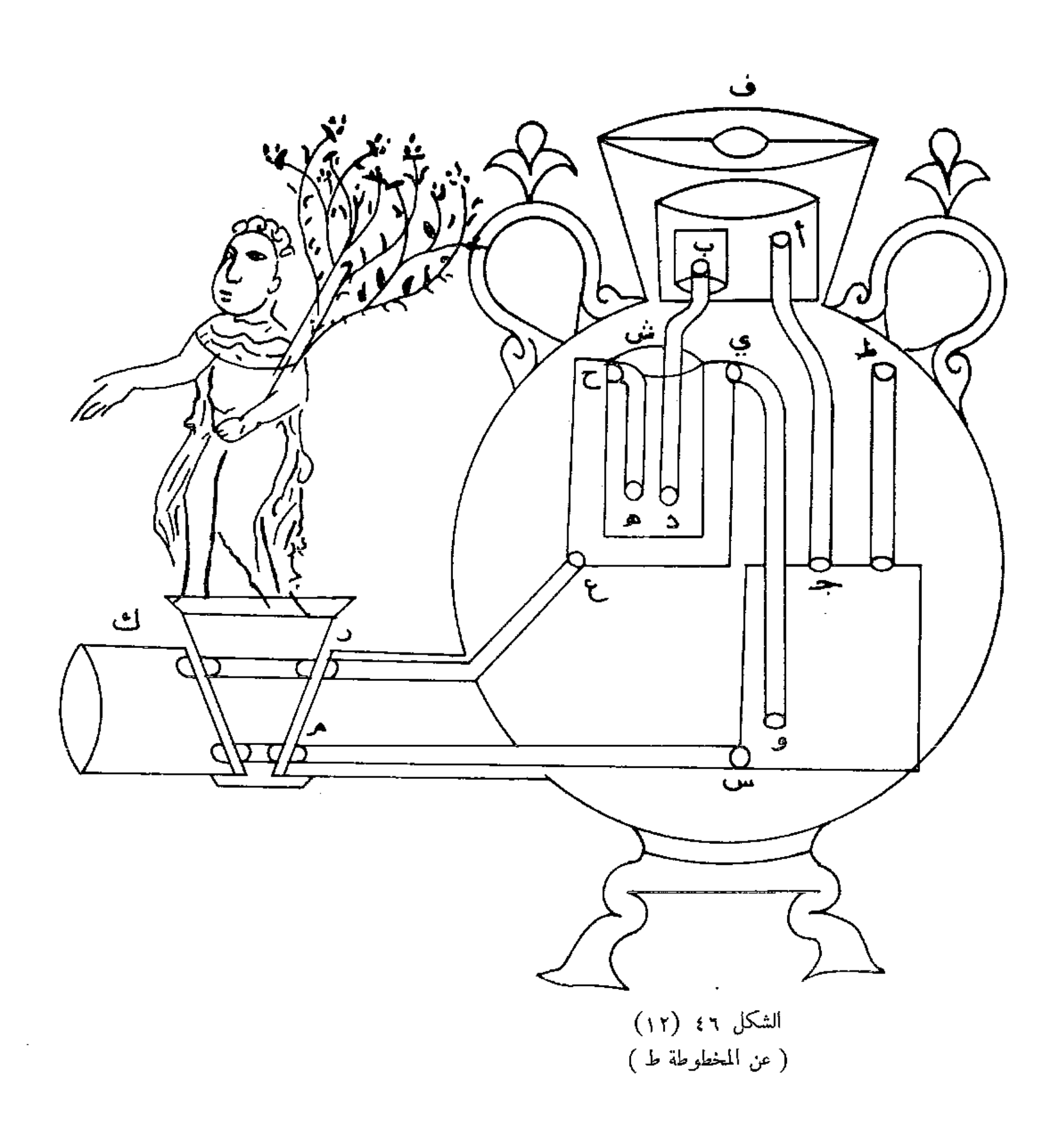
نريد ان نبين ايضا بطريق اخر كيف نعمـــل انا او جرة نصب فيها الوان من الرطوبات من موضع واحد ولها بزال فاذا فتح < تجري الالوان على >(١) الولي يتلوا بعضها بعضا . فنعمل لذلك مثال جرة فَ ويكون على راسها صفيحة مغربلة . وتحت راس الجرة حوض عليه علامتي اب ونثقب فيه ثقبين . ونعمـــل في الجرة حوضين مطبقين عليهما و جـ ح ع < ويكون سطح و جـ الاعلى مساوياً في الارتفـــاع لسطح ع ح الاسفل >(٢) ونخرج من حوض اب انبـــوب الى حوض جو وعليه ا جـ ونخرج من اعلى حوض ح ع انبوب الى اســـفل(٣) حوض جو وعليه يو ونثقب في سطح عح الاعلى ثقب عليه شَ ‖ ويكون واسع بقـــدر وندخل فيه انبوب غليظ ينتهي الى اســـفل 58 V (T) حوض عح ونلصق راس الانبوب بالثقب الذي عليه شَ وعليه شـــد ويكون طرفه الذي عليه دَ مسدود ونثقب في اعلى انبوب شـــد ثقب عليه حَ ونخرج انبوب ح هـ ونخرج ايضا في جوف انبوب شـــد انبوب يرتفع حتى ينفذ في الثقب الاخر الذي في حوض اب وعليه علامة ب د(٤) ويكون طرفه الذي عليه بَ أخفض(٥) من طرف الانبوب الذي عليه آ ونعمل على طرف بَ غلاف . ونثقب(٦) في اســـفل حوضي عح جو ثقبين عليهما سـع ونلصق في

(١) ط : تجرى على
(٢) ط : وليكن عح الا على
(٣) ف : غير واردة
(٤) ط : د
(٥) ف : اخفظ
(٦) ط : وينفذ

الجرة بثيون عليه كـ ويكون البثيون مما يخرج لونين على مثال ما عملنا قبل ويكون على الثقبين علامتي ز م ونخرج من ثقبي عس انبوبين عليهما س م عز ونلصق اطرافهما بالثقب كلها . ونخرج انبوب ط . فقد تبين انا اذا صببنا اول لون يجري في انبوب بد الى انبوب شـد ويجري في انبوب هح الى حوض عح ويجري[7] الهوا في انبوب يو فاذا قطع الصب وصب اللون الثاني يجري في انبوب اج الى حوض جو ويخرج الهوا في انبوب ط فاذا فتح بزال كـ يجري ما في حوض جو في انبوب س م[8] فاذا فني ما في حوض جو وانكشف طرف الانبوب الذي عليه و يدخل الهوا في انبوب و ي < الى عح فيخرج >[9] ما في حوض عح في انبوب عز < وعلى ما وصفنا >[10] وعلى هذا المثال نعمل الجرة تخرج < الوانا كثيرة ان اردنا ذلك >[11] .

---

(٧) ف : ويخرج
(٨) ف : و م
(٩) ف : الى حوض عح فيجري
(١٠) ف : غير واردة
(١١) ف : الوان كثيرة وذلك ما اردنا ان نبين



الشكل ٤٦ (١٢)
(عن المخطوطة ط)

(١٢) ط : تكرر رسم الشكل ٤٦ ووردت الى جانب الرسم الاول (على الصفحة 58 R) الملاحظة التالية : هذه الصورة هي السادسة والاربعين وانا صورنا هنا على طريق السهو وعلى هذا نصورها في موضعها .

نريد ان نبين كيف نعمل جرة لها بزال واحد ان صب فيها الشراب يخرج من البزال وان صب فيها الما او غيره من الرطوبات لم[١] يخرج من البزال شي[٢] وهذه الحيلة عجيبة وفيها مواربة وغلوطة[٣] وقد تقع في هذه الجرة ايضاً أن يخير الانسان من بحضرته[٤] فيقول اي شي < تريـدوا اذا صببت من >[٥] راس الجرة الما او غيره من الرطوبات يسيل من البزال شي < ام لا يخرج >[٦] منه شي فاي شـي طلب منه فهو الذي يخرج بالتدبير الذي نصفه < ان شا الله >[٧] . فنبدا فنعمل لذلك مثالا جرة على راسها علامة بَ ونغطي راسها بصفيحة في وسطها ثقب عليه بَ ونخرج من الثقب انبوب متصل به عليه بدَ || ويكون على راسه الذي عليه دَ انثى من باب مطحون 59 V (T)
عليه علامة دَ ملصق به ونثقب في وسط انبوب بدَ ثقب عليه آ ونخرج منه انبوب منعطف على المثال الذي صورنا عليه ال جَ ونعمل تحت راس انبوب بدَ الذي عليه دَ حوض وفيه دبة وعلى الدبة حوض ملصق[٨] بها مساحته قريب من مساحة الدبة على مثال ما عملنا في الابريق الذي لا يقبل وعلى الحوض الاكبر علامة فَ وعلى الدبة التي في داخله علامة طَ وعلى الحوض

(١) ف : لا
(٢) ف : البتة
(٣) ف : واغلوطة
(٤) ف : بحضره
(٥) ف : تريد اذا صببت الما من
(٦) ف : اولا يجري
(٧) ف : غير واردة
(٨) ف : متصل

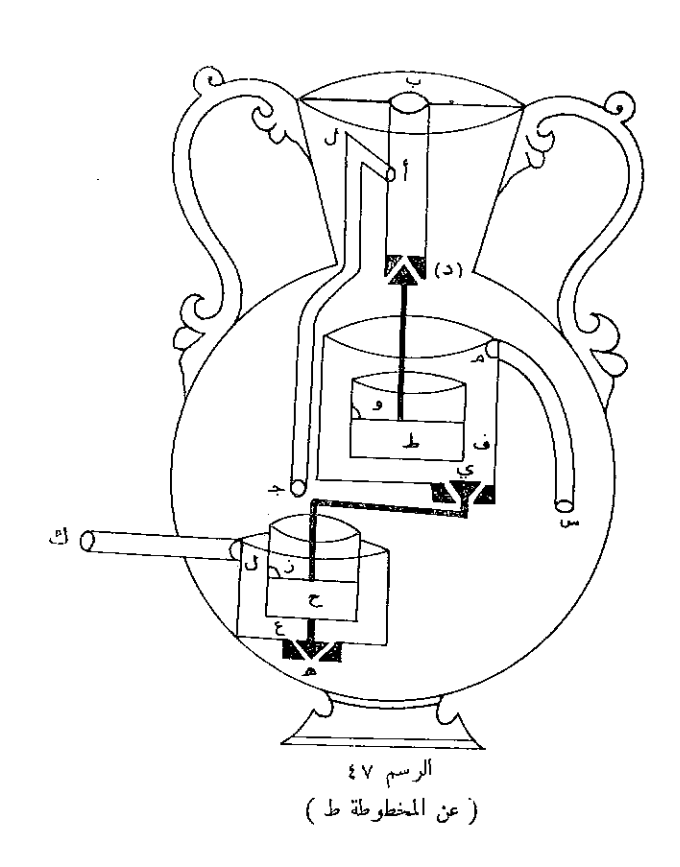
الملصق بالدبة علامة وَ ونثقب في اسفل حوض وَ ثقب صغير عليه وَ ولو عملنا مكان هذا الثقب انبوب مثل انبوب كاس العدل صغير اكتفينا بذلك ولكن الثقب اسهل ونلصق في حوض وَ قضيب قايم بحيال راس انبوب بدَ الذي عليه دَ وهو الذي عليه الانثى ملصقة(٩) ونلصق براس هذا القضيب الذكر من الباب المطحون لكي اذا ارتفعت الدبة انطبق الباب انطباقا محكما ونخرج من اعلى حوض فَ من موضع مَ انبوب عليه مس ونلصق في اسفل حوض فَ باب مطحون عليه علامة يَ وليكن انفتاحه الى فوق . ونعمل تحت طرف(١٠) انبوب ال ج المنعطف الذي عليه جَ حوض ايضا فيه دبة وفوق الدبة حوض وفي اسفل هذا الحوض ثقب على مثال حوض فَ ودبة طَ وحوض وَ(١١) وعلى الحوض علامة عَ وعلى الدبة علامة حَ وعلى الحوض الذي فوق الدبة زَ وعلى الثقب الذي فيه علامة زَ ونلصق في وسط حوض زَ قضيب يرتفع ونمده حتى نلصقه بالذكر من الباب الذي عليه يَ . وليكن انبوب ال ج ‖ يصب في حوض زَ ونخرج من راس حوض عَ انبوب الى 60 R (T)
خارج الجرة عليه لكَ ويكون ما يخرج عن الجرة هو البزال . ونعمل في اسفل حوض عَ ثقب ونلصق عليه < باب مطحون انفتاحه >(١٢) الى فوق وعليه علامة هَ . فان(١٣) اردنا ان نصب الشراب اولا فان الحاذق بعمل الجرة يصب من < الشراب قدر >(١٤) اوقية او نحو ذلك ثم يقطع الصب فيكون ينصب في انبوب بدَ الى حوض وَ ويخرج من ثقب وَ الى حوض فَ فترتفع دبة طَ وينطبق الباب الذي عليه دَ . وينبغي للحاذق بعملها إذا قطع الصب ان يشغل من بحضرته بالحديث وبضروب اخر فان الحيلة في ذلك ممكنة من

(٩) ف : ملصقة ط : ملتصق
(١٠) ط : طرفه
(١١) ف : فَ
(١٢) ف : بابا مطحونا يكون انفتاحه
(١٣) ف : فاذا
(١٤) ف : الشراب اولا قدر

وجوه كثيرة فاذا اعاد صب الشراب يجري في انبوب ا ل ج المنعطف وينصب إلى حوض ز ويجري منه الى حوض ع ولا يزال يجري في انبوب لك ما دام الصب متصل فاذا قطع الصب تفرغ حوض ز من الشراب وارتفعت الدبة(١٥) دبة ح وانفتح بارتفاع الدبة بابي ه ي ويتفرغ حوضي ع ف جميعا الى الجرة . فان اراد الانسان ان يكون اول شي يصبه غير الشراب مثل الما او غيره فانه اذا صب من ذلك ما بداله لا يزال يجري الى حوض و ومن حوض و الى حوض ف ولا يزال يجري في انبوب مس الى اسفل الجرة من غير ان يخرج من البزال شي فاذا قطع الصب انطبق باب د فان كان اللون الثاني هو شراب فليصبه كما وصفنا اولا فانه يخرج من البزال وان كان ايضا غير شراب فليصب منه قدر اوقية او نحو ذلك على قدر ‖ الحاجة فانه يجري في انبوب ا ل ج الى حوض ز ويتفرغ الى حوض 60 V(T) ع وترتفع دبة ح وينفتح بابا(١٦) ه ي فيتفرغ الحوضين جميعا ويصير الصب متصل يجري الى حوض و لان دبة ط قد استقلت وانفتح باب د ولا يزال كذلك تدبيره حتى يصير الشراب هو الذي يخرج له ابدا وقد تبين ايضا مما وصفنا انه إن خير الحاذق بعمل الجرة من بحضرته فقال ما تريدون اذا صببت الما او غيره من راس الجرة ان يخرج من البزال شي اولا يخرج شي فاي شي يطلب منه فهو الذي يكون اذا استعمل ما وصفنا من التدبير وذلك ما اردنا ان < نعمل وهذه صورة ذلك فافهم >(١٧) .

---

(١٥) ف : غير واردة
(١٦) ط،ف : باب
(١٧) ف : نبين



الرسم ٤٧
(عن المخطوطة ط)

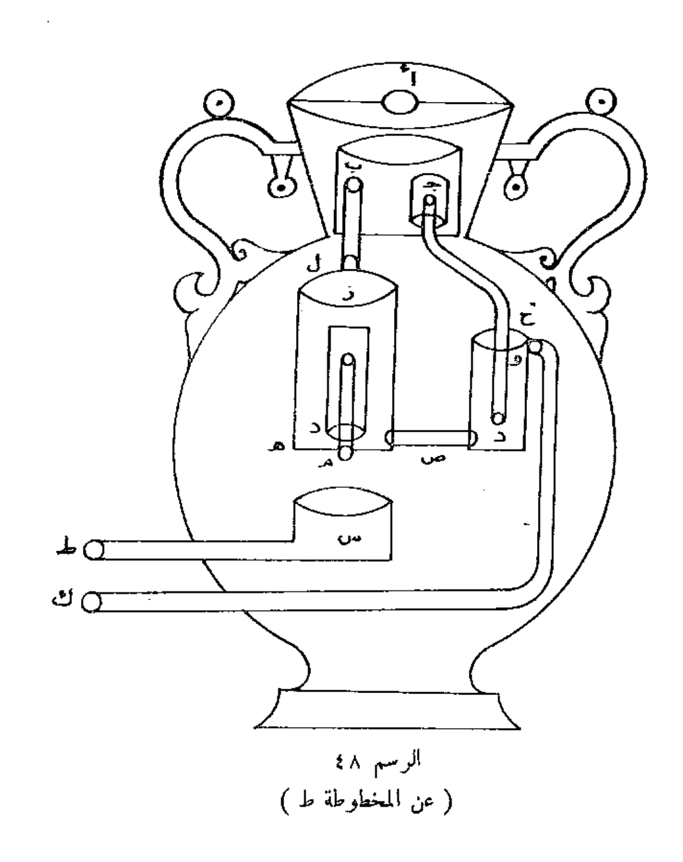
وايضا فانا < نبين صنعة >(١) اخرى في جرة لها بزالين عليهما علامتي كَ طَ انا متى صببنا من راس الجرة شراب خرج من اجد البزالين ابدا ومتى صببنا الما يخرج من البزال الاخر ابدا . ونصور لذلك مثال جرة وعلى راسها علامة آ وعلى البزالين علامتي طَ كَ ونلصق براسها صفيحة في وسطها ثقب عليها علامة آ ونلصق بالصفيحة من تحتها < انبوباً واسعاً >(٢) طوله قدر اصبعين او ثلاثة اصابع عليه علامتي جَبَ ولتكن بَ ارفع من جَ ونثقب فيه ثقبين وننفذ في الثقبين انبوبين عليهما بزَ جدَ ونصير على طرفي انبوب جدَ غلافين كما عملنا في الابريق الذي لا يقبل وعليهما علامتي جَ دَ حَ ونثقب في اعلى انبوب دَحَ ثقب عليه وَ ونخرج منه انبوب يتصل ببزال كَ عليه وَكَ وليكن انبوب بزَ يصب الى انبوب واسع عليه لَهَ وليكن في انبوب لَهَ انبوب عليه < زمَ ينفذ >(٣) في انبوب لَهَ ، وليكن طرفه الذي عليه زَ ارفع من طرف انبوب دَحَ الذي عليه حَ . < ونعمل على انبوب زمَ >(٤) انبوب اوسع منه كما عملنا في انبوب كاس العدل وعليه زدَ(٥) وليكن تحت طرف انبوب زمَ الذي عليه مَ حوض صغير عليه سَ ينصب اليه انبوب زمَ وليكن البزال الاخر الذي عليه طَ موصول بحوض اِسَ . ونصل ما بين انبوبي دَحَ هَلَ < من أسفلهما >(٦) بانبوب عليه علامة صَ وان احتجنا

(١) ف : ابين بصنعة
(٢) ف : انبوبا واسعا ، ط : < انبوب واسع طويل >
(٣) ف : دمَ وينفذ
(٤) ف : غير واردة
(٥) ف : زهَ
(٦) ف : < اسفلهما > ، ط : < من اسفلها >

< ايضا الى ان نعمل >[٧] على انبوب صن بابا مطحون مغلق بنرماذجة فعلنا ذلك ويكون انفتاحه الى ناحية انبوب له . فقد تبين مما وصفنا || انا متى 54 V (T)
صببنا الشراب من راس الجرة يجري في انبوب جد ويرتفع في انبوب دح ويرتفع ايضا في انبوب له حتى يحاذي < موضع ح >[٨] الذي هو طرف انبوب دح ويجري في انبوب حك . فاذا صببنا الما سال في انبوب بز الى انبوب له فاذا ارتفع حتى يصير مع راس انبوب مز الذي عليه ز يجري في انبوب زم الى حوض س ويخرج من[٩] بزال ط . فمتى قطع الصب[١٠] صب الما تفرغ كل شي في انبوبي[١١] ح د له في انبوب زم . فان اراد الحاذق بعمل الجرة ان يبتدي بصب الما فيجري من بزال ط ايضا فينبغي ان يصب من الما قدر اوقية او نحو ذلك ثم يقطع فانه يجري الى انبوب ح د فاذا واصل[١٢] الصب من بعد ذلك يجري في انبوب بز ثم اذا صار الما الى موضع ز كما وصفنا اخذ انبوب زم الما[١٣] الى حوض س وجرى في بزال ط . فقد تبين ان الحاذق بعمل هذه الجرة يخرج الشراب ابدا من بزال ك والما ابدا من بزال ط . وان احب الحاذق بعملها ايضا ان ياخذ بيده ما او شراب ثم يقول لمن بحضرته ما الذي تحبون[١٤] اذا صببت هذا الشراب ان يجري في بزال ك او في[١٥] بزال ط فاي شي يطلب منه فهو يفعله بالتدبير الذي وصفنا وكذلك ايضا الما يستطيع ان يخرجه بالتدبير الذي وصفنا من بزال ك ومن بزال ط وذلك ما اردنا ان نبين .

---

(٧) ف : ان نعمل ايضا
(٨) ط : موضعها
(٩) ف : في
(١٠) ف : غير واردة
(١١) ط،ف : وردت < انبوب > وهو تصحيف .
(١٢) ط،ف : وردت < وصل > وهو تصحيف .
(١٣) ف : وانصب
(١٤) ف : تريدون
(١٥) ف : غير واردة



الرسم ٤٨
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

استخدم الرمز زَ مرة للدلالة على الطرف الاسفل للانبوب بَ زَ ومرة اخرى للدلالة على الطرف العلوي للانبوب زَ مَ .

55 R (T)

الشكل التاسع والاربعون (مط)

نريد ان نبين كيف نعمل جرة لها بزال نصب فيها < شراب وما >(١) من موضع واحد فاذا فتح البزال خرج منها < الشراب او الما >(٢) بمقدار من المقادير < فان كان الشراب هو الذي خرج تبعه الما ويخرج بمثل ذلك المقدار فاذا تم المقدار تبع الما شراب ايضا بمثل ذلك المقدار>(٣) ثم يتبــع الشراب ايضا ما بذلك المقدار وكذلك لا يزال حتى ينفذ < كل شي >(٤) في الجرة . فنعمل لذلك مثال جرة طع ونلصق على راسها صفيحة فيها ثقب واسع يمكن ان تنصب(٥) منه الرطوبات الى داخل الجرة وعليه علامــة ط ونعمل تحت ثقب ط حوض صغير كما عملنا في غير موضع عليه اب ونثقب فيه ثقبين ونعمل في جوف الجرة اربعة احواض خلقتها على مثل(٦) خلقة الاحواض التي عملناها(٧) في الجرة التي يصب فيها الوان عدة وتخرج كلها من بزال واحد لون بعد لون || يتــلوا بعضها بعضا ويكون في اسفلها(٨) 55 V (T)
دباب على مثال ما عمل في تلك وهي الحياض التي فيها علامات ه و جح دم صق(٩) ونخرج من اســفل حوض جح من موضع علامــة(١٠) ز انبوب

---

(١) ف : الما والشراب
(٢) ف : الما او الشراب
(٣) ف : غير واردة
(٤) ف : كلما
(٥) ف : تصب
(٦) ف : مثال
(٧) ف : عملتها
(٨) ف : اسافلها
(٩) ف : ضو
(١٠) ف : غير واردة

ينفذ في حوض هـ و وعليه علامة[11] ز و وعلى طرفه الذي عليه و انثى من باب مطحون ملصقة[12] بطرف الانبوب الذي عليه و ونعمل تحت طرف هذا الانبوب دبة صغيرة عليها هـ ونلصق في سطح الدبة العليا الذكر من الباب لكي اذا ارتفعت دبة هـ انطبق الباب الذي عليه و وانطبق الذكر على الانثى . ونخرج ايضا من حوض د م انبوب الى حوض ج ح ونعمل في راسه باب وتحت طرفه دبة كما عملنا في حوض هـ و[13] وكذلك ايضا نعمل في حوض د م في طرف انبوب نخرجه من اسفل حوض ص ق وهي انابيب فح صم وعلى الدبات علامتي د ج ونخرج ايضا من اعلى حوض هـ و الى اعلى حوض د م انبوبا عليه تشس ونخرج ايضا من حوض جح من اعلاه الى اعلا موضع في حوض صق انبوبا عليه ن ق[14] ونخرج من الثقبين اللذين عملناهما[15] في حوض ا ب انبوبين احـــدهما ينتهي الى حوض جح ولا يدخله ولكن يكون في الموضع الذي اذا جرى فيه[16] الشراب او الما ينصب الى حوض جح وعليه علامة ا م ونخرج من الثقب الاخر الذي في حوض ا ب انبوب يدخل في حوض هـ و وعليه بخ وليكن على[17] طرفيه غلافين كما فعلنا[18] في الابريق الذي لا يقبل وليكن طرفه الذي عليه ب اسفل من طرف الانبوب الذي عليه ا ونخرج من < اسفل حوض هـ و انبوب >[19] ينفذ الى حوض هـ و وينفذ الى خارج الجرة ويكون < ما خرج عن >[20] الجرة هو البزال

---

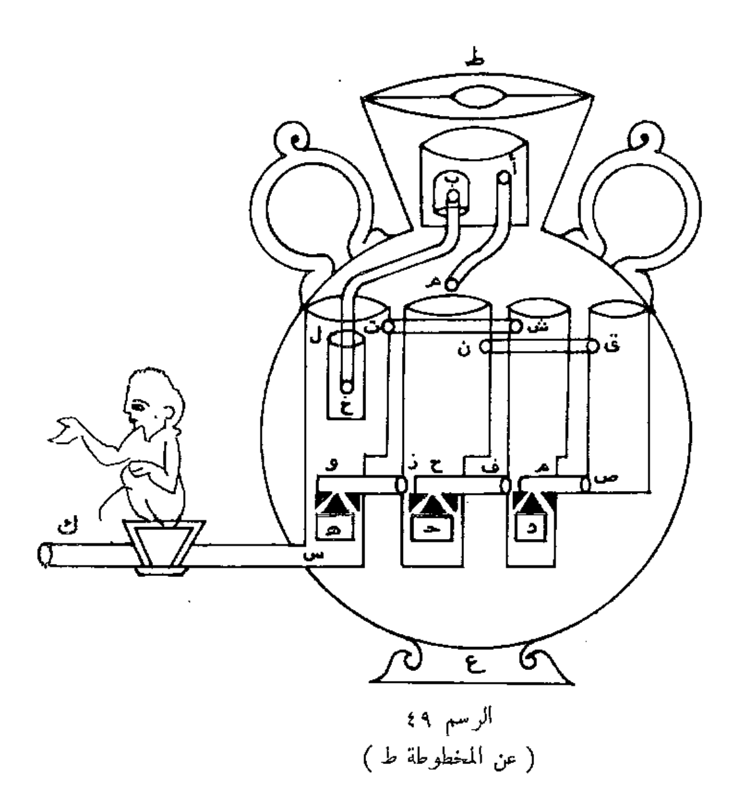
(11) ف : علامتي
(12) ف : ملتصقة
(13) ف : هـ
(14) ف : ر ق ط : ر و
(15) ف : ثقبناهما
(16) ف : منه
(17) ف : غير واردة
(18) ف : عملنا
(19) ف : اسفل الجرة حوض هـ و انبوبا
(20) ف : ما خرج منه عن

وعليه علامة(٢١) س ك فقد تبين مما وصفنا ‖ انه اذا صب الما في(٢٢) راس 56 R (T)
الجرة وهو الذي ينبغي ان يبتدا بصبه قبل الشراب لان الشراب اذا مازجه شي من الما لم يعلم بذلك واذا مازج الما شي من الشـــراب تبين ذلك وظهر فلهذه العلة ينبغي ان يبتدا بصب الما من راس الجرة بغير مقدار فيجري الى حوض ه و في انبوب بخ(٢٣) ويفيض من انبوب خ ل الذي هو الغلاف فاذا بلغ الما الى موضـــع ت من الحوض جرى في انبوب تشــ الى حوض دم فاذا امتلا حوض دم والصب متصل فان الباقي من الما يفيض من حوض دم الى < الجرة . فاذا صب >(٢٤) الشـــراب يجري في انبـــوب ا م الى حوض جح(٢٥) فاذا بلغ الشراب الى علامـــة ن(٢٦) يجري في انبوب ن ق(٢٧) الى حوض صق وكذلك ايضا اذا امتـــلا حوض صق يفيض وتسيل الفضلة الى اسفل الجرة فاذا < فتح بزال >(٢٨)ك يخرج الما الذي في حوض ه و فاذا نفذ استقلت دبة ه وانفتح الباب الذي عليه و ويجري الشراب الذي في حوض جح في انبوب ز و ويخرج من بزال ك وكذلك اذا نفـــذ الشراب الذي في حوض جح استقلت الدبة(٢٩) دبة ج وانفتح الباب الذي عليه ح وجرى الما
الذي في حوض دم فاذا فني المـــا ايضا تبعه ‖ الشراب الذي في حوض 56 V (T)
صق وهذه الجرة قدرناها لاربعة الوان ولو اردنا ان نعملها لاكثر من ذلك فعلنا بمثـــل هذا التدبير ولو شينا ان يكون البزال مفتـــوح فاذا قطع صب

---

(٢١) ف : علامتي
(٢٢) ف : من
(٢٣) ف : بح ط : جح
(٢٤) ف : الجرة فاذا قطع الما وصب
(٢٥) ف : حح ط : هح
(٢٦) ف،ط : ر
(٢٧) ف : د و ط : ر ق
(٢٨) ف : فتح باب بزال
(٢٩) ف : غير واردة

الشراب < ابتدا يجري الما >(٣٠) فعلنا ذلك بدبة نعملها في حوض جح وعليها حوض كما عملنا في غير موضع وفي الأبريق الذي لا يقبـــل بعمل الدبــة ودبرنا في الجمـــلة < مثل التدبير >(٣١) الذي عملناه في الجرة التي يصب فيها الوان وبزالها مفتــوح وتخرج الالوان(٣٢) على الولي يتلوا بعضها بعضا اذا قطع الصب وذلك ما اردنا ان نبين .



الرسم ٤٩
(عن المخطوطة ط)

ملاحظــات :

لم ترسم الاحواض الاربعة بالنسب الصحيحة من حيث الحجم . اذ من المفروض ان تكون كلها ذات سعة واحدة . ويجب ان يكون الحوضان دم ، صق اكبر قطــراً .

---

(٣٠) ف : ابتدا الما يجري
(٣١) ف : مثل هذا التدبير
(٣٢) ف : الوان كثيرة

56 V (T)

الشكل الخمسون (ن)

ونريد ايضا ان نبين كيف نعمل جرة تعمل مثل عمل هـذه التي وصفناها ويكون بزالها مفتوح فنعمل لذلك مثال جرة صت ونطبق راسها بصفيحة عليها علامة ص ونثقب فيها ثقب عليه ص ونعمل تحت الثقب حوض عليه اب ونثقب فيه ثقبين ونعمل تحت عنق الجرة حوضين عليهما علامتي ش د جـ ونثقب في اسفل الحوضين ثقبين عليهما ح ف ونخرج في الثقبين اللذين في حوض اب انبوبين الى الحوضين عليهما اش بجـ وليكن طرف الانبوب الذي عليه ا ارفع من طرف الانبوب الذي عليه ب . ونعمل على طرفي انبوب بجـ غلافين عليهما جدب كما عملنا في الابريق الذي لا يقبل . ونخرج من ثقبي فح انبوبين عليهما حط ف ك على المثال الذي صورنا ونلصق على طرف انبوب حط في موضع ط باب مطحون يكون انفتاحه الى فوق ونلصق || على طرفي انبوب فك بابين مطحونين < عليها فك >[1] 35 R (T)
ويكون انفتاح كلى البابين الى فوق . ونقطع اسفل الجرة بصفيحة عليها مقث ونعمل بزال ك ونقيم على صفيحة مقث قضيباً ملصقا[2] بها فيما بين طاك[3] وعليه قل . ونعمل[4] من فوق قضيب قل قضيب معترض يدور على قضيب قل على محور وعليه شل ونمده على استقامة حتى يجوز[5] الباب الذي عليه ك ونقيم على طرف القضيب الذي عليه ش قضيبا عليه شط

(١) ف : غير واردة
(٢) ف : ملتصقا
(٣) ف : بابي طل
(٤) ف : غير واردة
(٥) ف : يجاوز

ونلصق طرفه الذي عليه طَ بالذكر من الباب المطحون ونلصق على القضيب ايضا تحت الباب الذي عليه كَ حوض عليه هَمَ حتى يكون الما اذا جرى(٦) في انبــوب فكَ ينصب الى حوض هَمَ ونثقب في حوض هَمَ ثقبين عليهمــا هَمَ وليكن ثقب هَ واســع وثقب مَ ضيق(٧) ونعمل حوضين عليهما سَعَ على المثال الذي صورنا ونلصق احدهما بالاخر ونخرج من ثقب مَ الى حوض سَ انبوب عليه مَسَ ونعلق على طرف القضيب في الموضع الذي عليه شَ ثقلا بمقدار(٨) ما يصير قضيب شَلَ شبيه بموازي الافق ونصير ايضا الباب الذي عليه طَ في هذا الوقت منطبق ونصير < الذي عليه كَ منفتح >(٩) ونعمل فوق الباب الذي عليه فَ دبة عليها هَ وفوق الدبة حوض ملتصق بالدبة عليه علامة < زَ وفي اسفل الحوض ثقب >(١٠) عليه زَ ونلصق الذكر من الباب الذي عليه فَ بالدبة التي(١١) عليها هَ لكي اذا ارتفعت دبة هَ انفتح باب فَ وليكن انبوب اشَ يصب في حوض زَ . فقــد تبين مما مثلنا ووصفنا انا اذا صببنا الشراب وهو الذي ينبغي ان يبتدا بصبه في هذه الجرة يجري في انبوب بجَ الى حوض ‖ جدَ . < فاذا صب المــا يجري في انبــوب اشَ الى حوض 35 V (T)
زَ >(١٢) فاذا قطع الصب تفرغ حوض زَ وارتفعت دبة هَ وانفتح باب فَ وخرج(١٣) الما الى حوض هَمَ وينفذ في حوض هَمَ(١٤) في ثقبي هَمَ . فالجزو الذي يســيل من ثقب هَ يخرج من بزال كَ والذي يجري(١٥) في انبوب مَسَ

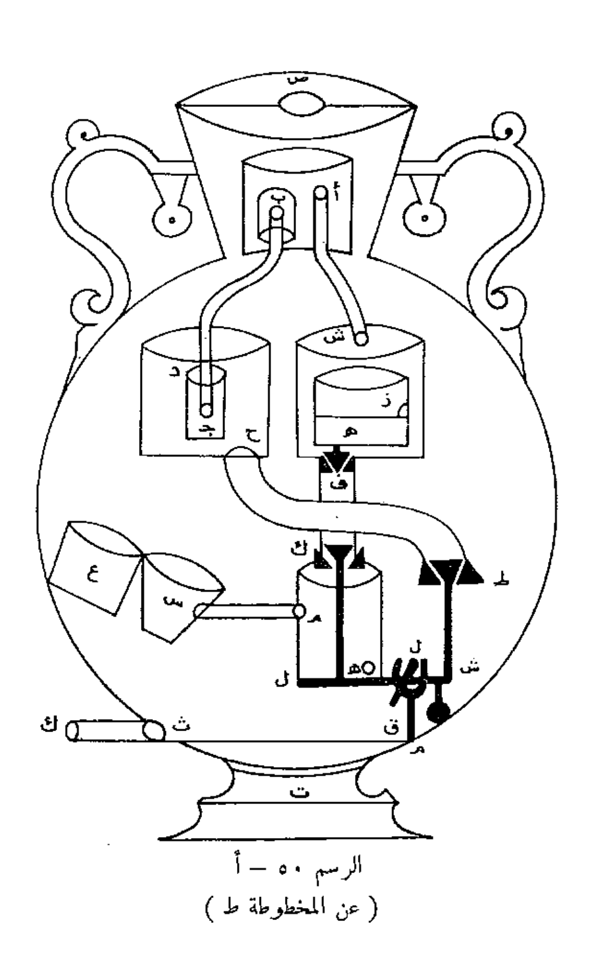
---

(٦) ف : خرج
(٧) ف : ضيقا ط : صغير
(٨) ف : بقدر
(٩) ط : ونصير عليه طَ منفتح
(١٠) ف : زَ ونثقب في اسفل الحوض ثقبا
(١١) ف : الذي
(١٢) ف : العبارة مشطوبة
(١٣) ف : وجرى
(١٤) ط : هَوَ وهو تصحيف
(١٥) ف : يخرج

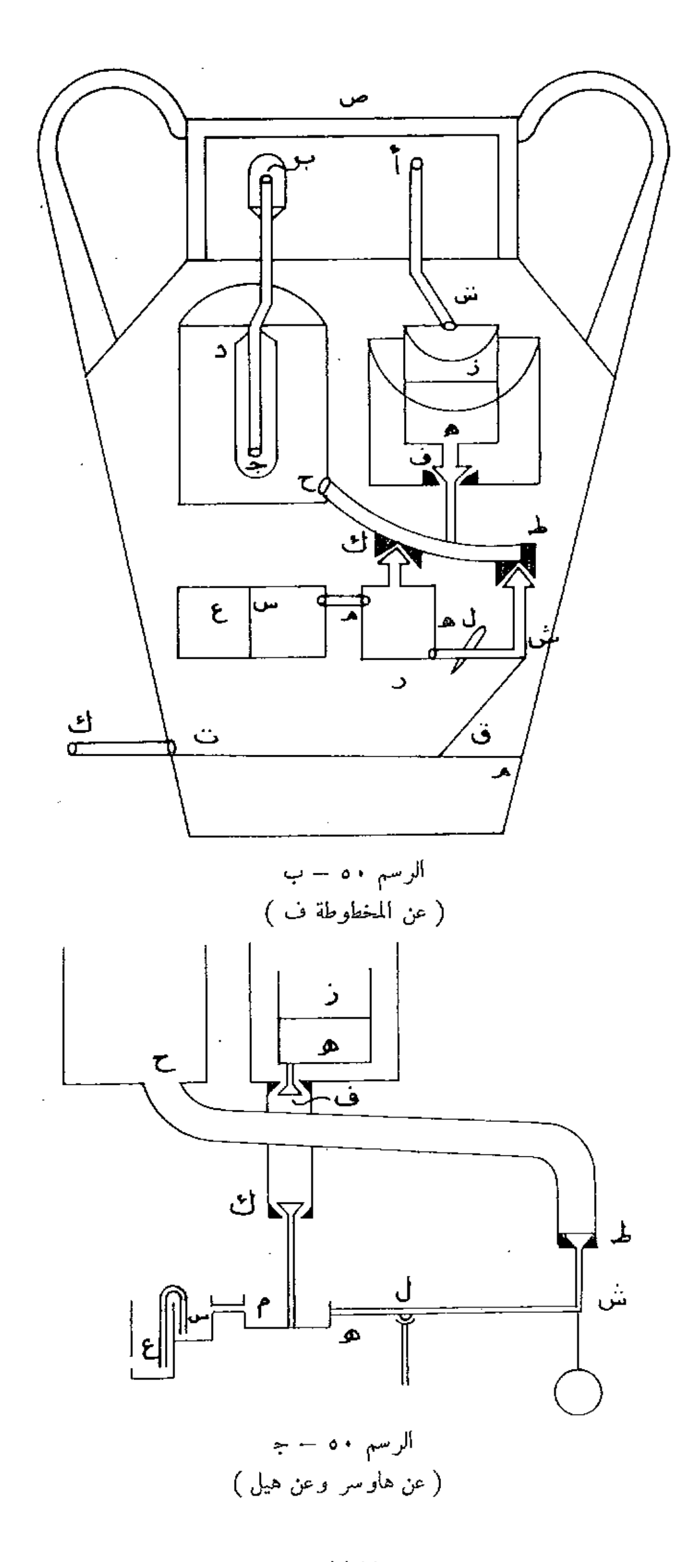
ينصب الى حوض س . فاذا اجتمـــع المـــا في حوض س استقل < حوض س >(١٦) واستقل باستقلاله كلما يليه مما هو دون المحور الذي عليه ل . ويستقل حوض هم فيجـــذب القضيب الذي عليه ك(١٧) وينطبـــق باب ك فينقطع الما ويرتفـــع طرف القضيب الذي عليه ش وينفتح باب ط فيجري الشراب ويخرج(١٨) من بزال ك . وايضا فان حوض س اذا استقل ينصب الما الذي فيه الى حوض ع ولا يزال يجري في < الثقب الذي عليه >(١٩) ع فاذا نفذ الما الذي في حوض ع ارتفع حوض ع وما يليه الى محـــور ل(٢٠) واستقل ما جاوز محور ل(٢١) الى اسفل(٢٢) فينفتح باب ك وينطبق باب ط ويعود الما فيجري ويعـــود الفعل وكذلك لا يزال وذلك ما اردنا ان نبين .

---

(١٦) ف : غير واردة
(١٧) ط،ف : رك ، والاصح ك
(١٨) ف : غير واردة
(١٩) ف : غير واردة
(٢٠) ط،ف : ك وهو تصحيف
(٢١) ط،ف : ك وهو تصحيف
(٢٢) ف : ش



الرسم ٥٠ — أ
(عن المخطوطة ط)



الرسم ٥٠ — ب
(عن المخطوطة ف)

الرسم ٥٠ — ج
(عن هاوسر وعن هيل)

ملاحظـــات :

تهدف الملاحظات التالية الى شرح طريقـــة عمل الاحواض عَ ، سَ ، هَ . وقد اوردنا رسمي المخطوطتين ط ، ف بالاضـــافة الى رسم توضيحي ثالث (٥٠ — ج) . ومن مقارنة رسمي المخطوطتين ط ، ف نجد ان ترتيب الحوضين عَ ، سَ في المخطوطة فَ اكثر صحة من ترتيبهما في المخطوطة طَ . ويبدو ان الرسام قد اضطر في حالة المخطوطة طَ الى تمييـــل الحوضين الاعلى لكي يستوعبهما الرسم . وفي كل مـــن المخطوطتين لا نجد في الرسم ثقب الحوض عَ المذكور في النص مع ان هذا الثقب ضروري . ولقد ناقش هاوسر مطولاً طريقة عمـــل ذراع الميزان (او ذراع التوازن) وتحليله صحيح من الناحية الرياضية . وفيما يلي موجز لمناقشة هاوسر :

(١) اضاف هاوسر الى الجهاز الوارد في الكتاب سيفونا بين الحوضين سَ ، عَ وهذا السيفون ضروري من اجل تفريغ كامل محتويات الحوض سَ الى الحوض عَ . والسبب في ذلك ان ذراع الميزان لا تميل كثيراً الى الحد الذي يسمح بتفريغ كامل محتويات الحوض سَ الى الحوض عَ بفعل الجاذبية .

(٢) لو ان حوض عَ كان وحده لما كان وافيا بالفرض ، فلو انه امتلأ بالماء ثم بدا الماء يتفرغ من الثقب الذي في اسفله فانه سرعان ما يرتفع الى الوضع الافقي (ككفة الميزان) وبذلك ينفتح الصمام كَ ويبدأ الماء بالجريان ثانية الى الحوض عَ . وبعد برهة قصيرة تهبط ذراع الميزان ثانية الى الشمال . وبذلك تبدأ ذراع الميزان بالتارجح السريع . ولا يحقق الجهاز غايته . ولذلك استخدم الحوض سَ في هذا التصميم . فوجود هذا الحوض يبطىء عملية الاهتزاز لانه يبطىء عودة انسياب الماء الى الحوض سَ .

(٣) من اجل حساب الفترة الزمنية الواقعة بين انحرافي ذراع الميزان يجب ان نحسب النسبة بين مركزي ثقل الحوضين عَ ، سَ بالنسبة لمحور الدوران لَ . فلو فرضنا مثلاً ان فترة تفريغ الحوض عَ تبلغ ضعف الفترة التي تتم فيها تعبئة الحوض سَ ، عند ذلك تبلغ النسبة بين مركزي الثقل ٤ : ١ وقد حسب هاوسر هـــذه النسبة باستخدام المعادلة التالية :

$$t = C\,(\sqrt{H_o} - \sqrt{H_t})$$

حيث C — ثابت

H_o — الضغط الساكن عند بدء التصريف

H_t — الضغط الساكن بعد انقضاء الزمن t .

اي ان مركز ثقل الحوض ع بالنسبة لنقطة الارتكاز ل يجب ان يكون اربعة اضعـــاف مركز ثقل الحوض س بالنسبة لنفس النقطة .

سوف نصادف فيما بعد اجهزة معقدة للغاية تشبه هـــذا الجهاز وهي تحتاج الى كثير من الدقة والحنكة . وان التفكير في هـــذه الاجهزة ومحـــاولة تحليلها وتجربتها وتزويدها بالرسوم التوضيحية يحتاج الى جهد كبير . ويستنتج هيل ايضاً ان استخدام بني موسى لمبادىء السوائل الساكنة (الهيدروستاتيك) و (الايروستاتيك) يعتمد في احيان كثيرة على الاختيار الدقيق لقياسات مختلف اجزاء الاجهزة والدقة في تحديد مواقع هذه الاجزاء من اجل التوصل الى العزوم الصحيحة وتوازن الضغوط البالغ الحساسية .

36 R (T)

الشكل الواحد والخمسون (نا)

نريد ان نبين كيف نعمل كوزا له بزال ان شا الانسان ان يصب من راسه شراب فيخرج من البزال فعل ذلك وان شا ان يصب الشراب فلا يجري من البزال شي فعل ذلك والصب من موضع واحد . فنعمل لذلك مثال كوز عليه علامة د ق(١) ونغطي راسه بصفيحة مغربلة ونقطع في عنقه بصفيحة اخرى عليها بج ويكون فيها ثقب عليه آ ونصل بثقب آ انبوبا ملتصقا به يمتد الى اسفل الكوز وعليه آ ز ونخرج من اسفل الكوز انبوب يرتفع وينعطف فيخرج من الكوز ويكون ما خرج عن الكوز هو < البثيون وعليه علامة >(٢) حط ونثقب من الجرة الى داخل عروة < الكوز ثقب عليه و >(٣) ونثقب في العروة ثقب خفي عليه علامة ه . فقد تبين انا اذا صببنا الما في(٤) راس الكوز وسددنا ثقب ه يرتفع الما من ساعته < في ثقب ح من انبوب ح ط ويجري >(٥) فان فتح ثقب ه وصب الما في(٦) راس الكوز ينقطع البزال فلا يجري منه شي ويخرج الهوا من ثقب ه فان سد الثقب الذي عليه ه يبتدي الما فيخرج من البزال ايضا ان كان الصب متصل وان فتح الثقب انقطع البزال ايضا وينبغي ان يكون الذي يعمل بهذا(٧) الكوز حاذقا < ليلا يعلم احد به >(٨) اذا سد الثقب ثم < يخبر من يحضر فاذا >(٩) اراد

---

(١) ف : د

(٢) ف : البزال وعليه علامتي

(٣) ف : تزيد هذه العبارة < الكوز في موضع لصاق العروة الى ...... ثقبا عليه و > ، وهي بدون لزوم

(٤) ف : من

(٥) ط : < في انبوب حط >

(٦) ف : من

(٧) ط : هذا

(٨) ف : لكي لا يعلم به احد

(٩) ف : يخبر من يحضرنه اذا

صب الما فيقول ماتريدون اذا انا(١٠) صببت الما ان يجري من البزال شي اولا
يجري منه البتة(١١) شي فان قيل له يجري(١٢) سد الثقب الذي عليه هـ فان قيل
له لا يجري(١٣) ترك الثقب ‖ مفتوح ويستقيم ان يعمل هــذا من < يتعاطا 36 V (T)
شرب >(١٤) النبيذ فيصب كل واحد منهم < من راس الكوز قدحه >(١٥)
فمن خرج نبيذه من البزال شربه ومن لم يخرج نبيذه من البزال < لم يشرب
شي >(١٦) وذلك ما اردنا ان نبين . ويستقيم ان يعمل ذلك في <الفوارات وفي
الاروقة>(١٧) وقد يستقيم ان يكون التدبير بمثالان الكوز وبثيون في اصل العروة
ويقبل .

الرسم ٥١
(عن المخطوطة ط)

(١٠) ف : غير واردة
(١١) ف : غير واردة
(١٢) ف : يسد
(١٣) ف : لا يجرى شى
(١٤) ف : يشرب
(١٥) ف : قدحه من راس الكوز
(١٦) ف : لا يشرب شيا
(١٧) ف : الا روقة وفي الفوارات

نريد ان نعمل كوزا له بزال نصب فيه شراب ثم ان شا الحاذق بعمله ان يصب فيه < الما فيجرى من البزال شراب فعـــل ذلك وان شا ان يصب الما >(١) فلا يخرج(٢) من البزال شي فعل ذلك فنعمل لذلك مثال كوز على راسه علامة آ ونلصق على راسه صفيحة مغربلة ونقطع عنقه بصفيحـــة في وسطها ثقب < وعليها جد ط ونقطع >(٣) وسط الكوز بصفيحة في الطول تنتهي الى قريب من اصـــل العنق ليقسم الكوز بقسمين(٤) في السمك وعليها صق < ونخرج انبوب من اسفل >(٥) الكوز يرتفع الى ناحية الوسط وينفذ الكوز ويكون ما نفذ(٦) منه هو البزال وعليه مك ونصل بالثقب الذي عليه د انبوبا عليه دهـ ويكون على طرفه الذي عليه هـ انثى من باب مطحون ملصقة به ونعمل تحت طرف الانبوب الذي عليه هـ حوض في جوفه دبة وفوق الدبة حوض اخر فيه ثقب كما وصفنا في غير موضع وفي الابريق الذي لا يقبـــل وعلى الحوض الاكبر علامة ح وعلى الدبة علامة و وعلى الحوض الذي فوق الدبة ز ونقيم في حوض ز قضيبا قايما على راسه الذكر من الباب المطحـــون ملتصق لتكون دبة و اذا ارتفعت انطبق باب هـ وليكون(٧) انبوب دهـ يصب

(١) ط : العبارة غير موجودة
(٢) ف : يجري
(٣) ف : وعلى الصفيحة جد ط وعلى الثقب د ونقطع
(٤) ف : بنصفين
(٥) ف : ونخرج انبوبا في اسفل
(٦) ف : ما ينفذ
(٧) ف : وليكن

الى || القسم الذي فيه البزال ونخرج من اسفل[٨] انبوب ده من موضع ع انبوب منعطف ويكون طرفه مـع اسفل الكوز وعليه عفس ونثقب في الكوز ثقب ينفذ الى العروة عليه ب < وفي العروة ثقب خفي >[٩] عليه ل فقـد تبين انا اذا صببنا الشراب يجري في انبوب ده الى القسم الذي فيه البزال فاذا قطع الصب ارتفعت دبة و وانطبق باب ه فاذا صب الما وسد ثقب ل يجري في انبوب عفس المنعطف ويرتفع الشـراب في بزال ملك ويجري فيه فان فتح فيه[١٠] ثقب ل انقطع خروج الشراب وقد يدخل هذا في باب الاختيار فيقول الحاذق بعمله[١١] لمن حضـره تريدون اذا صببت يخرج شراب اولا يخرج شي[١٢] فيعمل ما يقترح عليه وقـد يستعملها من يريد شـرب النبيذ بفص يضرب بـه وبغير ذلك وبقرعـة[١٣] < ويعمل للفوارات >[١٤] وذلك ما أردنا ان نبين . 37 R (T)

---

(٨) ف : اعلا

(٩) ف : ونثقب في العروة ثقبا خفيا

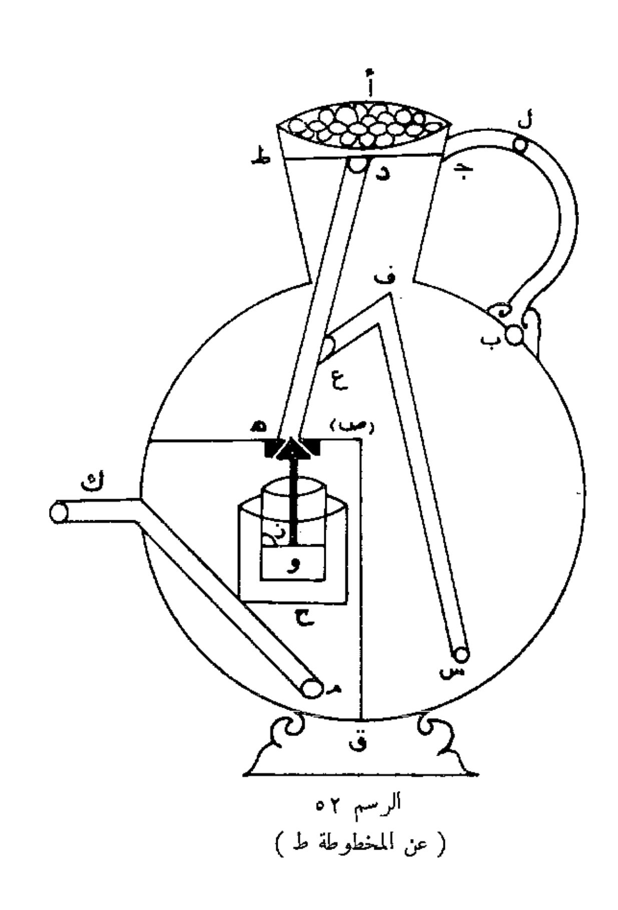
(١٠) ف : غير واردة

(١١) ف : بعملها

(١٢) ف : شراب

(١٣) ط : غير واردة

(١٤) ف : ويصلح للفوارات



الرسم ٥٢
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

يجب ان تكون الصفيحة ص ق التي تقسم الكوز أعلى مما هو مبين في الرسم اذ أن النص يقول بأنها قريبة من اصل العنق .

37 V (T)

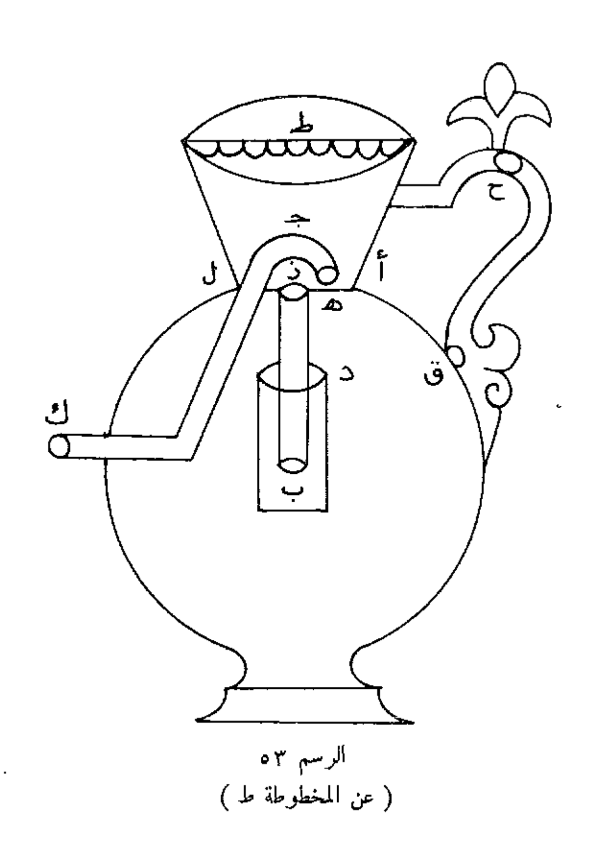
الشكل الثالث والخمسون (نج)

نريد < ان نعمل >(١) كوز له بزال اذا اخذه الحاذق بعمله فصب منه ما او غــيره من الرطوبات لم يجري من البزال شي فان(٢) صب فيــه شراب خرج من البزال وقد بينا بصنعة اخرى من قبل جرتين تفعل هــذا الفعل وقد يمكن في هذا الكوز ان يخير الانسان من بحضرته فيقول اي شي تريدون اذا صببت الشراب او غيره من الاشيا ان < يجري من البزال اولا يجري منــه فيكون >(٣) الذي طلب منه . ومثال ذلك < كــوز كد >(٤) ونلصق على راسه صفيحة مغربلة عليها ط ونقطع اصل عنق الكوز بصفيحة عليها ال ونثقب فيها ثقب عليه ز ونخرج منه انبوباً صغيراً عليه زب ونعمل على طرفه غــلاف عليه دب ونعمل انبوب منعطف قليل الانعطاف ينفــذ صفيحة ال الى داخل الجرة ويخرج طرفه الاخر من الجرة ويكون ما خرج منه عن الجرة هو البزال وعليه هجك ونثقب في الكوز ثقب ينفذ الى العروة عليه علامة ق ونثقب في العروة ثقب عليه ح . فقــد تبين مما وصفنا انا اذا صببنا الما او غيره من الرطوبات من(٥) راس الكوز يجري في انبوب زب الى الكوز فاذا اراد الحاذق بعملها < ان يصب الشــراب فينبغي ان يســد ثقب ح من غير ان يعلم به احد ثم يصب الشراب فانه حينئذ يجري الشراب في انبوب هجك المنعطف . فقد تبين ما اردنا وان اراد الحاذق بعمله ان >(٦)

---

(١) ف : ان نبين كيف نعمل
(٢) ف : فاذا
(٣) ف : يجري اولا يجري في البزال شي فيكون
(٤) ف : كوز عليه طلا
(٥) ف : في
(٦) ط : العبارة ناقصة

يضع يــده على ثقب حَ ثم ياخــذ الشراب أو غيره بيده < ويقول لمــن حضرنه >(٧) ما تريدون اذا صببت ان يجري من البزال او لا يجري مــن البزال شي فاي شي < ارادوا وطلب منه >(٨) فانه يفعله < بفتح ثقب حَ او بسده >(٩) وقد يستعمل هذا(١٠) ايضا من يريد الشرب(١١) وذلك ما اردنا ان نبين . وقد يستقيم عمل ذلك في الفوارات < وغير ذلك من الاواني >(١٢) .



الرسم ٥٣
(عن المخطوطة ط)

(٧) ف : ثم يقول لمن يحضرنه
(٨) ف : يطلب منه
(٩) ف : بسد ثقب حَ او بفتحه
(١٠) ف : ذلك
(١١) ف : يشرب النبيذ
(١٢) ف : وغيرها من الاواني ان شا الله تعالى

صنعة جرة لها بزال مفتوح يصب فيها الشراب < بمكيال معلوم >[1] فلا يخرج[2] من البزال[3] شي فاذا صب الما يجري من البزال شراب بمقدار ما صب من الما . فنعمل < لذلك جرة اع ونغطي على راسها صفيحة >[4] مثقوبة او مغربلة عليها علامة آ[5] ونلصق بالصفيحة < في موضع الثقب >[6] انبوب عليه اج ويكون واسع ونثقب في راسه ثقب عليه[7] ب ونلصق على ثقب ب طرف انبـوب عليه[8] بج وليكن طرفـه[9] الاخر الذي عليه[10] ج بالقرب من اسفل انبوب اج ونقطع الجرة بسطح عليه سع بالقرب من وسط الجرة ونقيم على صفيحة سع انبوب عليه هد ويكون طرفه الذي عليه[11] د نافذ الى القسم الاسفل من الجرة ونثقب ايضا في صفيحة سع ثقب ينفذ فيه انبوب وز وليكن عليه[12] انبوب اوسع منه يلتقمه مثل الغلاف مثـل ما عملنا في انبوب كاس العدل وعلى الغلاف علامة وح[13] ونقطع اسفل

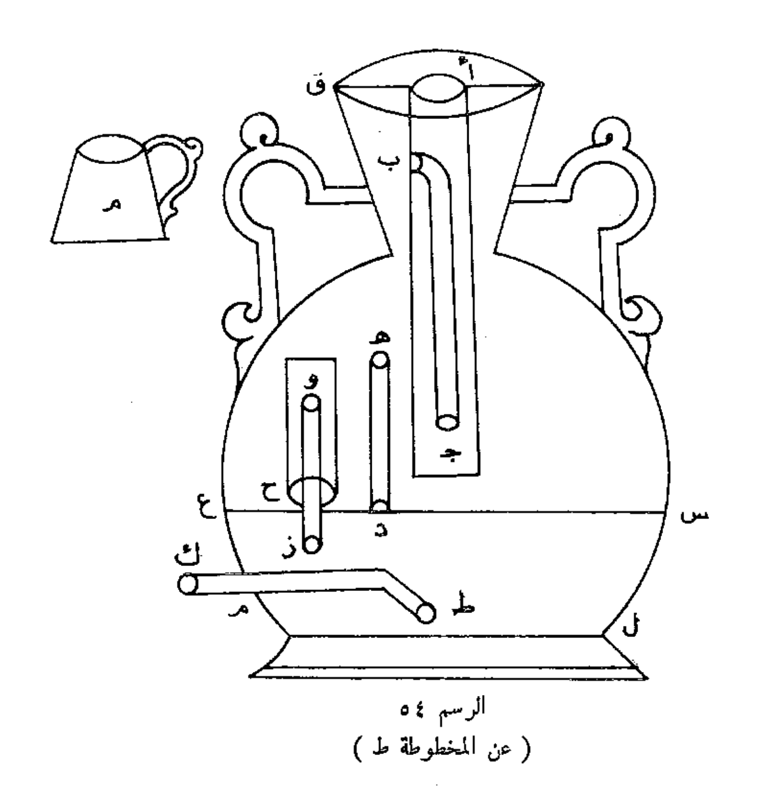
---

(١) ف : بمكيال مقدار معلوم
(٢) ف : يجرى
(٣) ط : الشراب
(٤) ف : لذلك مثال جرة اع ونغطي راسها بصفيحه
(٥) ط : غير واردة
(٦) ط : غير واردة
(٧) ف : على
(٨) ف : على
(٩) ف : الطرف
(١٠) ف : على
(١١) ف : على
(١٢) ف : على
(١٣) ف : مح

الجرة بصفيحة اخرى || عليها لم ونخرج من موضع ط انبوب ينفذ الجرة 38 V (T)
< الى خارجا >(١٤) ويكون ما ينفذ < الجرة الى خارجها هو >(١٥) البزال
وعليه ط ك وليكن طرفه الذي عليه(١٦) ط مستقلا قليلا مثل المنعطف
شي(١٧) يسير ونعمل مكيال بالمقدار الذي اذا صب فيه الشراب او الما من
راس الجرة يرتفع الى طرف < الانبوب الذي عليه ز و >(١٨) وهو الذي
عليه و وليكن انبوب و ز حينئذ ياخذ الشراب او الما كما ياخذ انبوب كاس
العدل ويصبه الى < القسم الاسفل >(١٩) من جرة ا ع وهو مكيال م فقد
تبين انا اذا ملانا مكيال م من الشراب ثم صببناه في جرة ا ع يجري في انبوب
جب الى الجرة ثم يبلغ الى موضع و وياخذ انبوب و ز الشراب فيصبه الى
القسم الاسفل من الجرة وهو الذي فيه البزال ويرتفع الهوى في انبوب د ه
فاذا تفرغ القسم الاعلى من الجرة من الشراب وصار في القسم الاسفل
مجتمع ثم صب الما يجري ايضا(٢٠) في انبوب جب الى القسم الاعلا من الجرة
ويرجع الهوى فيدخل في انبوب هد الى القسم الاسفل من الجرة ويخرج
بمقدار ذلك شراب من بزال ك ط واذا قطع صب الما انقطع سيلان الشراب
من البزال وذلك ما اردنا ان نبين < فافهم ذلك ان شا الله >(٢١) .

---

(١٤) ف : غير واردة
(١٥) ف : الجرة منه عن الجرة منه هو
(١٦) ف : على
(١٧) ف : يعني
(١٨) ف : انبوب ز و
(١٩) ف : غير واردة
(٢٠) ف : غير واردة
(٢١) ف : غير واردة



الرسم ٥٤
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

(١) يجب ان يكون الطرف ط للانبوب ط م قريباً من قعر الجرة الى اقرب مدى ممكن .

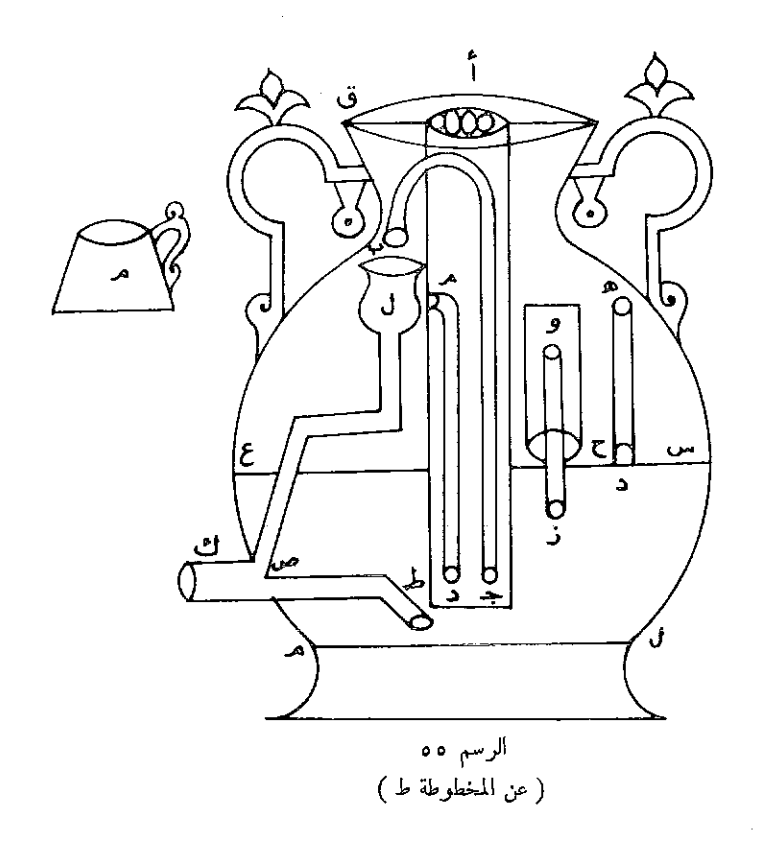
(٢) يبدو في الرسم ان الانبوب ا جـ كبير بالقياس الى المكيال م .

صنعة جرة اخرى بفعل شبيه بهذا الفعل غير ان الحاذق[1] بعملها ان شا اذا صب الما من[2] بعـــد صب الشراب كما وصفنا بالمكيال ان يجري من البزال شراب صرف فعـــل ذلك < وان شـــا ان يكون اذا صب الما يجري شراب ممزوج فعل ذلك >[3] فيسقي صرف لمن شا ويسقي ممزوج لمن شا . فنعيد لذلك مثال الجرة على < مثال ما عملنا ووصفنا >[4] في جرة اع غير انا نصير انبوب اجـ[5] ينفذ صفيحة سـع حتى ينتهي الى قريب من اســـفل الجرة ونخرج في انبوب اجـ سوى انبوب جـب انبوب اخر عليه دم وليكن موضع م اسفل من موضع ب بقدر ثلاث اصابع او اربعة ونحو ذلك ونخرج من بزال ط ك انبوب يرتفع وينفذ في سطح سـع حتى ينتهي الى قريب من طرف الانبـــوب الذي عليه ب وعليه ص ل ويكون الطرف الذي عليه < ل واسع شبيه >[6] بالقمع لتكون الرطوبة اذا جرت في انبـــوب جـب تنصب الي انبوب لص فقـــد تبين مما وصفنا < انا اذا صببنا الشراب بمكيال >[7] م وكان الصب قليل قليل انه يجري في انبـــوب دم وينصب على سطح سـع

(١) ف ، غ : الحافظ
(٢) ف : غير واردة
(٣) ف ، غ : غير واردة ، ووردت هذه العبارة في حاشية (ف) : < وان شا ان يكون اذا صب يخرج شراب ممزوج > .
(٤) ف : مثل ما وصفنا
(٥) ط : اح
(٦) ف : م واسعا شبيها
(٧) ف : ان الشراب اذا صببناه من راس الجرة بمكيال

حتى يبلغ الى راس انبوب و ز فاذا بلغ اليه[٨] يكون قد نفذ ما في المكيال من الشراب ويبتدي انبوب و ز يصب الشراب الى القسم الاسفل من الجـــرة ويصعد الهوى في انبوب د ه . فاذا صب الما من راس الجرة فشا الذي يصبه ان يخرج شراب صرف فينبغي ان يرفق بصبه وان شا ان يخرج شراب ممزوج فينبغي ان يزيد في < صبه قليلا لكي >[٩] يرتفع الما في انبوب جا الى موضع ب ويجرى الما[١٠] في انبـــوب جب < وانبوب دم فيصب انبوب دم كمـــا وصفنا على سطح س ع ويصب انبوب جب في قمع ل في انبوب ل ص >[١١] ويخرج || من[١٢] بزال ك < ويكون الما الذي ينصب من انبوب دم على سطح 39 V (T) س ع يخرج بمقداره شراب >[١٣] فيخرج الشراب ممزوج والناس لا يشعرون احيانا واحيانا يخرج صرف اذا رفق بصبه فيسقيه لمن احب وذلك ما اردنا ان نبين .

(٨) ف : الى ثم
(٩) ط : صبه لكي
(١٠) ف : غير واردة
(١١) ط : هذه العبارة ناقصة وبدلا منها ورد ما يلي : < وينصب الى انبوب ل ص >
(١٢) ف : في
(١٣) ف ، غ : ورد ما يلي : < فيكون قد خرج بدل الما الذي على سطح س ع بذلك المقدار شراب >



الرسم ٥٥
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـات :

لا توجد حاجة فنية تدعو الى ان يختـرق الانبوب اجـ الصفيحة س ع . ويمكن ان يبقى الانبوب فوق الصفيحة كما كان الحال في الشكل ٥٤ . وربما كان الداعي الى ذلك هو اتاحة المجال لادخال الانبوبين جـب دم بدلاً من انبوب واحد .

نريد ان نبين كيف نعمل جرة نصب فيها الشراب والما ولها بزالين مفتوحين فاذا فرغ من الصب يسيل من احد البزالين شراب ومن الاخر ما فاذا سال من كل واحد منهما مقـــدار من المقادير يتبدل فيخرج من بزال الشراب ما ومن بزال الما الشراب فاذا سال من كل واحد مثل ذلك المقدار وشبيه به يتبدل ايضا وكذلك لا يزال يتبدل . وقد يستقيم ان نعمل هذا العمل في الحمامات وما اشبه ذلك وفي المواضـــع التي يكون فيها عين حارة وعين باردة حتى يكون ابدا يتبـــدل البزالين على مثال ما ذكرنا . واما الان فانا نتكلم على هذا العمل على ان يكون في جرة كما ذكرنا فنعمل لذلك مثال جرة على راسها علامة صن ونلصق على راسها صفيحة مغربلة ونلصق تحت الصفيحة قمعا كما عملنا في غير موضع عليه صع ونعمل تحت القمع حوضين عليهما طح ونثقب في حوضي طح ثقبـــين عليهما طح ونلصق عليهما بابي طح وليكن انفتاحهما الى فوق ونركب حوضي طح في الموضع الذي صب فيه الشراب بقوة او الما ينصب الى حوض ح فاذا صب برفق يسيل الى حوض ط . ونركب تحـــت بابي طح حوضين صغـــيرين عليهما اب لكي تكون الرطوبة التي تجري من باب ط تســـيل الى حوض ا والتي تسيل من باب ح تنصب الى حوض ب ونصل ما بينهما بقضيب نلصقه عليهما جميعا وننفذه حتى نلصقه على الحوض الذي عليه علامتي يم وليكن حوض يم مطبقا غير ان في سطحه الاعلى ثقب . ونخرج من اسفل حوض ا من علامة ل(١) انبوب

(١) ف : ك وهو تصحيف بالمقارنة مع الرسم

لَيَ(٢) ونلصق احد طرفيه بثقب لَ(٣) ويكون طرف الاخر الذي عليه يَ داخلا في حوض يمَ لكي اذا صب شي من الرطوبة في حوض آ يجري الى حوض(٤) مَيَ . ونقيم بين حوض يمَ وبين حوضي ا بَ تحت القضيب المتصل بهما قضيبا عليه طَ ع ونثبته عند علامة عَ بمحور لكي اذا استقل حوض يمَ يرتفع حوضي ا بَ . وليكن حوضي ا بَ اذا ارتفعا وانصبت الرطوبات من بابي طَ حَ لا ينصب من تلك الرطوبة في حوضي ا بَ شي . ونركب في موضع مصبهما حوضي سَلكَ لكي اذا استقل حوض يمَ ارتفع حوضي ا بَ وتجري الرطوبات من بابي طَ حَ الى حوضي س كَ وتنصب الرطوبة من باب طَ الى حوض سَ ومن باب حَ الى حوض كَ واذا ارتفع حوض يمَ ورجع الى موضعه واستقل حوضي ا بَ تنصب الرطوبة التي تجري من باب طَ الى حوض آ والتي من باب حَ الى حوض بَ . ونخرج من اسفل حوض آ || انبوبا (V) 41 V عليه ا جَ ليكون مصبه الى حوض كَ ونخرج من حوض بَ انبوبا عليه بـد ليكون مصبه الى حوض سَ ونخرج من حوضي سلكَ بزالي كَش سَف ونعمل تحت حوض يمَ حوضا صغيرا عليه حَ ونخرج من اسفله انبوبا الى بزال سَف عليه حَ قَ ونخرج من حوض يمَ من قريب من طرفه في الموضع الذي مثلنا انبوبا عليه مَنَ ليكون حوض يمَ اذا انصبت اليه الرطوبة وثقل يستقل وتجري الرطوبة التي تجتمع فيه من انبوب مَنَ الى حوض حَ فاذا نفذت الرطوبة من حوض يمَ او قاربت ذلك يرتفع حوض يمَ ويعود الى موضعه ويرجع ايضا حوضي ا بَ الى موضعهما . ونعمل فوق حوض حَ(٥) في الموضع الذي تسلك فيه الرطوبة الى حوض حَ اذا ما صبت من راس الجرة حوضا عليه زَ . || وفي داخله دبة عليها هَ وفوق الدبة حوض عليه وَ وفي اسفله (V) 49 R

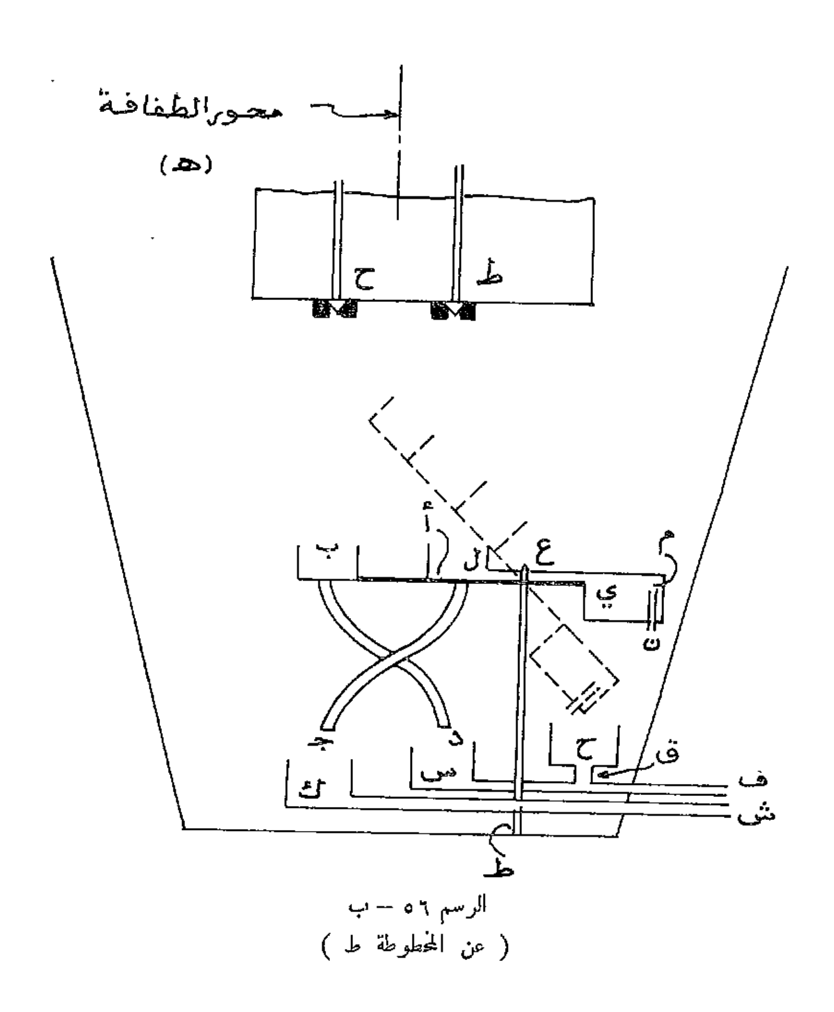
(٢) ف : كَيَ وهو تصحيف بالمقارنة مع الرسم
(٣) ف : كَ وهو تصحيف بالمقارنة مع الرسم
(٤) ف : حوضي غ : حوض
(٥) يقصد هنا حوض حَ الكبير الملاصق لحوض طَ

ثقب كما عملنا ها هنا وفي عدة اشكال ولتكن مساحة دبة هَ مثل مساحة حوض وَ او قريب من ذلك ونخرج من بابي طَحَ قضيبين يرتفعان ونلصقهما بجانبي حوض وَ على ما صورنا . فقد تبين مما عملنا انا اذا صببنا الشراب برفق قليلا رويدا يجري الى حوض طَ فاذا صببنا الما بكثرة وقوة يسيل في حوض وَ ويسيل من الثقب الذي في اسفله الى حوض زَ ويفيض ايضا من حوض وَ الى حوض زَ ويفيض حوض زَ الى حوض حَ الكبير . فان قطع الصب يتفرغ حوض وَ وترتفع دبة هَ وينفتح بابي طَحَ ويجري الشراب الى
49 V (V) حوض اَ ويجري من حوض اَ في انبوب اَجَ[٦] الى حوض كَ || ويجري في بزال كَشَ ويجري ايضا في انبوب لَيَ[٧] الى حوض مَيَ . والما يكون يجري الى حوض بَ وفي انبوب بَدَ[٨] يسيل الى حوض سَ ويجري في انبوب سَفَ . فاذا امتلا حوض يَمَ من الشراب او قارب ذلك يثقل ويستقل ويرتفع حوضي اَبَ ويسيل الشراب الى حوض سَ ويجري في بزال سَفَ والما الى حوض كَ ويجري في بزال كَشَ فيكون قد ابتدلا ويكون الشراب ايضا الذي في حوض يَمَ يتفرغ من انبوب مَنَ الى حوض حَ ويسيل الى بزال سَفَ فاذا تفرغ حوض يَمَ يرتفع ويرجع الى موضعه ويستقل حوضي اَبَ ويعود سيلان الشراب الى حوض اَ والما الى حوض بَ كما كان اولا ويبتدي البزالين ايضا فيخرج الشراب من بزال شَكَ ويسيل الما من بزال سَفَ كما كان قبل ذلك لا يزال البزالين في الابتدال حتى ينفذ ما في حوضي طَحَ من الشراب والما وذلك ما اردنا ان نبين .

---

(٦) ف : اَدَ وهو تصحيف
(٧) ف : بَلَ وهو تصحيف
(٨) ف : مَلَ وهو تصحيف

الرسم ٥٦ – أ
(عن المخطوطة ف)



الرسم ٥٦ — ب
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

(١) لا يوجد هذا الشكل في المخطوطة (ط) ، ولا يوجد منه الاقطعة قصيرة مليئه بالاخطاء في (غ) .

(٢) الحروف ع ، ح ، ط متكررة في الرسم .

(٣) في الرسم الاصلي (٥٦ ــ أ) نجد ان الحوض زَ مرسوم بحجم كبير ومبتعد الى اليمـــين كثيراً . لذلك اعيد الرسم ثانية (٥٦ ــ ب) . ويوضح الرسم (٥٦ ــ ب) الترتيب الاكثر احتمالاً الذي ينطبق على النص . ويحتاج مثل هذا الجهاز الى خبرة كبيرة والى تجارب عدة حتى تكون قياسات الاحواض آ ، بَ ، يمَ ومواقعها النسبيه صحيحة مـــن اجل التوازن على ذراع الميزان ومن اجل اعطاء المهل الزمنية الكافية بين الصعود والهبوط الى كل جانب . كما ان قياسات اقطار الانابيب والاحواض كَ ، سَ ، حَ (الصغير) هامة وحساسة . ومن الضروري كذلك ان ينحرف موقع الانبوب اجَ والقضيب بَي عن منتصف الحوض آ (باتجاه مقدمة او مؤخرة مستوى الرسم) ، وبدون ذلك فان سيل الماء المنبعث من الصمام طَ سوف يصطدم بالانبوب وبالقضيب وقد لا ينصب المـــاء حينئذ الى الحوض سَ .

الشكل السابع والخمسون (نز)

نريد ان < نبين كيف >(١) نعمل جرة لها بزالين اذا صب فيها الما ثم قطع الصب يبتدي الما فيخرج من احد البزالين فاذا سد البزال الذي جرى منه الما يبتدي الما فيجري من البزال الاخر وان نحا الانسان يده عن البزال المسدود لا يجري(٢) منه شي ولا يزال كذلك فان سد هذا البزال(٣) الذي يجري منه الما ايضا < يعود ذلك ‖ الما يجري >(٤) من حيث جرى اولا وان 81 V (T)
نحا الانسان يده عن البزال الذي سده ايضا لا يجري منه شي وكذلك لا يزال اذا سد الذي يجري منه < الما ينقطع > (٥)عنه الما ويجري في الاخر حتى ينفذ كل شي في الجرة من الما(٦) ويصلح ايضا(٧) ان نعمل هذا العمل في < الحمامات وغير ذلك من المواضع ومواضع العيون . فنعمل لذلك جرة >(٨) على راسها علامة آ ونلصق عليه(٩) صفيحة مغربلة < وعليها آ >(١٠) ونلصق في اسفل الصفيحة قمع كما عملنا في غير موضع ولا نصيره منعطف الراس وعلى راسه علامة بَ ونقطع الجرة بصفيحة في وسطها او قريب من وسطها عليها لطَ ونثقب في الصفيحة ثقب نركب عليه باب مطحون يكون انفتاحه

---

(١) ف : غير واردة
(٢) ف : لا يخرج
(٣) ف : الثقب
(٤) ف : يعود الما فيجري
(٥) ف : انقطع
(٦) ط : تزيد < ايضا >
(٧) ف : غير واردة
(٨) ف : الحمامات والعيون وغير ذلك فنعمل لذلك مثال جرة
(٩) ف : على راسها
(١٠) ف : غير واردة

الى اسفل الجرة كما عملنا في غـير موضع وعليه علامة وَ ونعمل حوض صغير في اسفله ثقب عليه علامــة[١١] جَ ونركبه تحت القمع لكي اذا صب الما من راس الجرة وقــع في حوض جَ ثم سال من حوض جَ الى < القسم الاعــلا من >[١٢] الجرة ونلصق بحوض جَ قضيب عليه هَدَ ونقـيم تحت القضيب عمود عليه شَدَ ونلصق طرفــه الذي عليه شَ بصفيحة طَلَ ونثبت طرف عمود شَدَ الذي عليه دَ مع قضيب هَدَ بمحور ونعطف قضيب دَهَ حتى يلصق طرفه الاخر بالذكر من الباب الذي عليه وَ ولتكن ناحية الذكر من الباب اثقل من ناحية حوض جَ لكي يكون باب وَ ابدا مفتوح[١٣] إلى ان يصب الما من راس الجرة فينصب الى حوض جَ فيثقل حوض جَ ويطبق[١٤] باب وَ فاذا عمل كما وصفنا يكون ما دام الصب < متصل فالباب منطبق >[١٥] فاذا قطع الصب ينفتح الباب ويجري الما الى النصف الاسفل من الجرة تحت الصفيحة ونعمل حوض طوله خمسة اصابع او ستة وعرضه اصبع في سمك اصبعين او قريب من ذلك ‖ وعليه علامة كَ ونركب حوض كَ في الموضع (T) 82 R الذي يكون وســطه تحت باب وَ لكي اذا جرى الما من باب وَ ينصب الى حوض كَ ونقيم تحت حوض كَ قضيب عليه لَمَ ونلصق طرفه الذي عليه[١٦] مَ باسفل الجرة ونثبت طرفه الذي عليه لَ مع حوض كَ بمحور < لكي يدور حوض كَ على محور لَ ويرتفع جانب منه وينزل الاخر ونعمل حوضين تحت طرفي >[١٧] حوض كَ عليهما فَصَ وليكن كل واحــد منهما قريب مــن ثلاثة اصابع في مثلها في سمك مثل ذلك او اكثر قليلا ونخرج من اســفل

(١١) ف : غير واردة
(١٢) ف : غير واردة
(١٣) ف : غير واردة
(١٤) ف : فينطبق
(١٥) ف : متصلا بالباب مطبق
(١٦) ف : غير واردة
(١٧) ف : هذه العبارة ناقصة وغير واضحة

هذين الحوضين بزالي فق صس[١٨] ونعمل في هذين الحوضين دبتين عليهما ز ح ونصل ما بين طرفي حوض ك وبين دبتي ز ح بانبوبين عليهما يز طح وليكن طرفي انبوبي يز طح اللذين عليهما يط نافذين الى حوض ك وطرفي ز ح غير نافذين الى الدبتين ونثقب في انبوبي ز ي حط ثقبين عليهما علامتي ج ونصير ناحية دبة ز من حوض ك اثقل من ناحية دبة ح لكي يميل حوض ك < اذا كان فارغاً >[١٩] الى ناحية دبة ز . ونخرج من اسفل حوض ف انبوب يرتفع حتى يقارب في الارتفاع راسي حوضي فص ثم ينعطف الى حوض ص وعليه سع وليكن نافذ الى الحوضين جميعا . فقد تبين مما وصفنا اذ قد فرغنا من المثال انا اذا صببنا الما من راس الجرة انه[٢٠] يجري في قمع اب الى حوض ج فيستقل[٢١] حوض ج وينطبق باب و ويسيل الما على صفيحة طل فاذا قطع الصب يسيل كل شي في حوض ج من الثقب الذي في اسفله فاذا تفرغ حوض ج ينفتح باب و[٢٢] ويجري الما الى حوض ك فلان ناحية دبة ز اثقل من ناحية دبة ح يكون حوض ك مايل الى ناحية دبة ز فيجري الما الى ناحية حوض ف ودبة ز < ويجري في الانبوب انبوب يز ويسيل من ثقب ج الذي في الانبوب || الى حوض ف ولا يزال يجري في بزال بق فاذا سد بزال >[٢٣] بق[٢٤] باصبع انسان او بغير ذلك يجتمع الما في حوض ف فترتفع دبة ز وترتفع ناحية حوض ك التي عليها علامة ى وتستقل ناحية ط وتنزل دبة ح ويجري الما الذي كان مجتمع عند طرف الحوض الذي عليه ك في موضع ى الى طرفه الاخر < الذي عليه >[٢٥] ط 82 V (T)

(١٨) ف : مث لس
(١٩) ف : غير واردة
(٢٠) ف : غير واردة
(٢١) ف : فينتقل
(٢٢) ف : ق
(٢٣) ف : العبارة مطموسة في الحاشية
(٢٤) ط : بق ، ف : بو والبزال رمزان على الرسم : بق أو فق وكلاهما صحيح
(٢٥) ف : التي عليها

وانما يجتمع هذا الما لانا نصير ثقب الباب الذي عليه و اوسع من طرف الانبوب الذي عليه ي فيكون ما ينصب في انبوب يجز الى حوض ف اقل مما ينصب من باب و الى حوض ك فاذا ارتفعت < دبة ز ارتفع انبوب ز ي ورفع ناحية حوض ك التي عليها ي واستقلت ناحية حوض ك التي عليها ط وجرى الما الذي كان مجتمع في حوض ك من انبوب طجح من >(٢٦) ثقب ج الى حوض ص ولا يزال المـا يجري < من بزال تس >(٢٧) وايضا فان حوض ف اذا امتلا يتفرغ كل شي فيه في الانبوب المنعطف < الذي عليه سع >(٢٨) الى حوض ص ويجري < من بزال تس(٢٩) وكذلك ان سددنا بزال تس >(٣٠) ارتفعت دبة ح وطرف حوض ك الذي عليه ط واستقلت دبة ز وطرف الحوض الذي عليه ي ويجري الما من حيث كان يجري اولا في بزال < بق وهكذا لا يزال الفعل >(٣١) وذلك ما اردنا ان نبين ويستقيم ان نعمل هذا في الحمامات وكل موضع فيه بزالين < وما اشبه ذلك >(٣٢) .

(٢٦) ف : < دبة ز وارتفع ناحية حوض ك التي تليه استقلت دبة ح واستقل طرف حوض ك الذي عليه ط وجرى الما من حوض ك في انبوب ط ح من >

(٢٧) ف : في بزال شت . ويمكن ان نرمز للبزال إما بالرمز ص س او ت س وكلاهما صحيح كما يدل الرسم

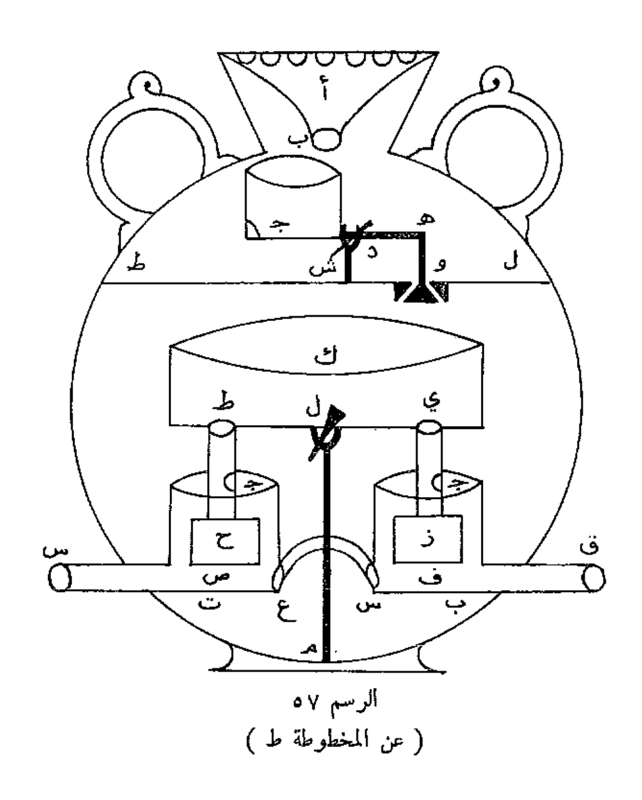
(٢٨) ف : غير واردة

(٢٩) ط : يصح أن نقول ت س أو ص س (انظر الرسم) ف : شت

(٣٠) ف : بزال شت وكذلك ان سد بزال شت

(٣١) ف : ٯٮ وكذلك لا يزال هذا العمل

(٣٢) ف : وما اشبهه



الرسم ٥٧
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

يجب ان يكون كوع السيفون الذي يصـــل بين الحوضين ف ، ص منحنياً ومرتفعاً الى الاعلى وفي مستوى النهاية العليا للحوضين .

الشكل الثامن والخمسون (نح)

نريد ان نبين كيف نعمل جرة نصب[1] فيها الشراب والما من موضع واحد ولها بزالين فاذا قطع الصب يبتدي احـــد اللونين فيجري من احـــد البزالين فاذا ســـد ذلك البزال < ينقطع عنه >[2] ذلك اللون ويجري اللون الاخر من البزال الاخر ولا يجري[3] من الذي كان سُد شي فاذا سد هـــذا البزال الذي قـــد صار يسيل منه الرطوبة ينقطع عنه ايضا اللون الذي يخرج < منـــه ولا يجري >[4] منه شي ويجري اللـــون الاخر مـــن البزال الاخر وكذلك لا يزال الفعل متصل[5] . فنعمل لذلك مثال جرة على < راسهـــا طَ >[6] ونلصق على راسها صفيحة مغربلة ونلصق تحت الصفيحة قمع راسه منعطف على زاوية قايمة كما عملنا في عدة اشكال وعلى طرفه المنعطف علامة صَ ونعمل تحت طرف القمع الذي عليه صَ حوضين عليهما صَعَ ونركبهما في الموضع الذي اذا صب الما من راس الجرة برفق يسيل الى حوض صَ فاذا صب فيه الشراب بكثرة وقوة يسيل الى حوض عَ ونثقب في حوضي صَعَ ثقبين عليهما ا زَ[7] ونركب على ثقب آ باب يكون انفتاحه الى فوق ونلصق علي ثقب زَ انبوب واسع عليه زَدَ ونركب على طرفي انبوب زَدَ بابين على مثال ما صورنا يكون انفتاح الباب الاسفل وهو الذي عليه دَ الى فـــوق

---

(١) ف : ينصب
(٢) ط : انقطع عنه
(٣) ف : ولا يخرج
(٤) ف : منه ايضا ولا يجري
(٥) ف : غير واردة
(٦) ف : راسها علامة طَ
(٧) ف : آ دَ

ويكون انفتاح باب ز < وهو الاعلى >[٨] الى اسفل < ونعمل فوق حوض ع حوضا صغيرا عليه ح >[٩] ونصل بالذكر من باب ز قضيب يرتفع الى نقطة م وينعطف الى ناحية ل < ويجوز علامة ل >[١٠] حتى يصير الى ناحية[١١] حوض ح ونلصق طرفه بحوض ح كما عملنا في الشكل الذي قبل هذا وليكن في اسفل حوض ح ثقب صغير ونقيم < عمود عليه كل >[١٢] يكون طرفه الذي عليه ك ملصق باسفل الحوض < حوض ع وطرفه الذي عليه || ل ثابت >[١٣] مع قضيب مل بمحور لكي اذا ثقل حوض ح استقل 83 V (T)
فانطبق باب ز واذا تفرغ ما فيه انفتح باب ز . ونعمل تحت بابي اد حوض طويل قليل العرض والسمك كما عملنا في الشكل الذي قبل هذا وعليه علامات ز ف س ك ج ه و ولتكن علامة[١٤] ب في الوسط وليكن ارض الحوض معمول من سطحين وهما سطحي زب بو حتى تكون زاوية زبو شديدة الانفراج اما قايمة ونصف واما ان تكون اكثر من ذلك قليلا لكي يكون موضع < علامة ب مرتفع >[١٥] على مثال ما صورنا ونقيم تحت علامة ب عمود عليه طب ويكون طرفه الذي عليه ط ملتصق[١٦] باسفل الجرة وطرفه الذي عليه[١٧] علامة ب ثابت مع حوض ك بمحور لكي يدور الحوض ويمكن ان يرتفع احد طرفيه وينزل الاخر ويكون دورانه على محور ب ونلصق بالذكرين من بابي ا د قضيبين < يكون مقدارهما >[١٨] واحد في

---

(٨) ف : غير واردة
(٩) ف : غير واردة
(١٠) ف : ويجوز على علامة لك ايضا
(١١) ف : موضع
(١٢) ف : عليه عمودا عليه كل
(١٣) ف : وطرف ل ثابت
(١٤) ف : موضع
(١٥) ف : علامات ب مرتفعا
(١٦) ف : ملصقا
(١٧) ف : عند
(١٨) ف : ومقدارهما

الطول وعلى القضيبين علامتي د ج ا س ونلصق طرفي س ج باسفل الحوض الذي عليه < كـ ليكون اذا استقل طرفه الذي >[١٩] عليه جهو انطبق باب د وانفتح باب ا واذا استقل طرفه الذي عليه علامات زفس انطبق باب ا وانفتح باب د واذا عمل على ما وصفنا فلا بد من ان يكون احدى[٢٠] بابي ا د ابدا مفتوح والاخر منطبق[٢١] ونعمل تحت حوض كـ حوضين صغيرين عليهما علامتي ب ف < ونخرج من اسفلهما >[٢٢] البشيونين وعليهما كق ش س . ونخرج من اسفل كل واحـد منهما انبوب يرتفع الى قريب مـن اعلاه ثم ينعطف على مثال ما صورنا وعليهما ح ل ا يجل ونعمل فيهما دبتين عليهما نم ونصـل ما بين دبتي نم وبـين طرفي حوض[٢٣] كـ بقضيبين وعليهما نف مه ونلصق اطراف القضيبين مع الدبات والحوض برصاص او نشبهما ‖ بمحاور ولتكن الناحية التي فيها دبة ن < من حوض كـ >[٢٤] 84 R (T) اثقل من الناحية التي فيها دبة م لكي يكون في اول الامر باب ا منطبق وباب د مفتوح ونخرج من طرفي حوض كـ انبوبي ز س و ي ونركبهما في الموضع الذي اذا كان باب ا منطبق[٢٥] يكون انبـوب ز س يصب الى حوض ب فاذا[٢٦] سال في هـذا الوقت شي من انبوب و ي ينصب الى اسفل الجرة ولا يسيل الى حوض ف . ومتى كان باب د منطبق[٢٧] ينفتح باب ا ويستقل

---

(١٩) ف : كـ لكي يكون اذا استقل طرف الحوض الذي
(٢٠) ف : احد
(٢١) ف : مطبقا
(٢٢) ط : ونخرج اسفلهما
(٢٣) ف : حوضي
(٢٤) ف : غير واردة
(٢٥) ف : مطبقا
(٢٦) ف : وان
(٢٧) ط : تزيد هنا هذه العبارة في الحاشية : < يكون انبوب و ى يصب الى حوض ف واذا سال في هـذا الوقت شي من انبوب ز س ينصب الى اسفل الجرة ولا يسيل الى حوض ب لكي اذا كان > وهي عبارة لا لزوم لها

طرف حوض كـ الذي عليه جهو ويرتفع طرفه[٢٨] الذي عليه ز فس ويميل الحوض الى ناحية دبة م وتستقل دبة م ويكون كل شي ينصب من باب ا في نصف الحوض الذي عليه كـ وهي < الناحية التي فيها >[٢٩] علامات ز فس من الرطوبات يجري من اجل ميلان الحوض الى ناحية < الحوض التي فيها >[٣٠] علامات جهو ويجري في انبوب و ى ويكون انبوب وي في هذا الوقت يصب الى حوض ف لانه قد حاذاه وينحا انبوب زس عن محاذاة حوض ب ويصير يصب خارج في اسفل الجرة ان انصب فيه[٣١] شي[٣٢] .

< فقد تبين مما وصفنا ووضح انه >[٣٣] اذا صب الشراب برفق من راس الجرة يجري الى حوض ص واذا صب الما[٣٤] بكثرة وقوة يسيل الى حوض ح < فيستقل حوض ح وينطبق باب ز >[٣٥] ويجري من حوض ح الى حوض[٣٦] ع فاذا انقطع[٣٧] الصب < وتفرغ حوض ح من الثقب الذي فيه >[٣٨] ينفتح باب ز ويجري < الما منه >[٣٩] ومن باب د الى حوض كـ ويجري ويجتمع في نصف الحوض الذي فيه ز فس ويجري في انبوب زس الى حوض ب ويجري في بزال كق فاذا سد بزال كق ارتفعت دبة ن لان الما يجتمع في حوض ب < وترفع الدبة بارتفاعها >[٤٠] جانب الحوض الذي

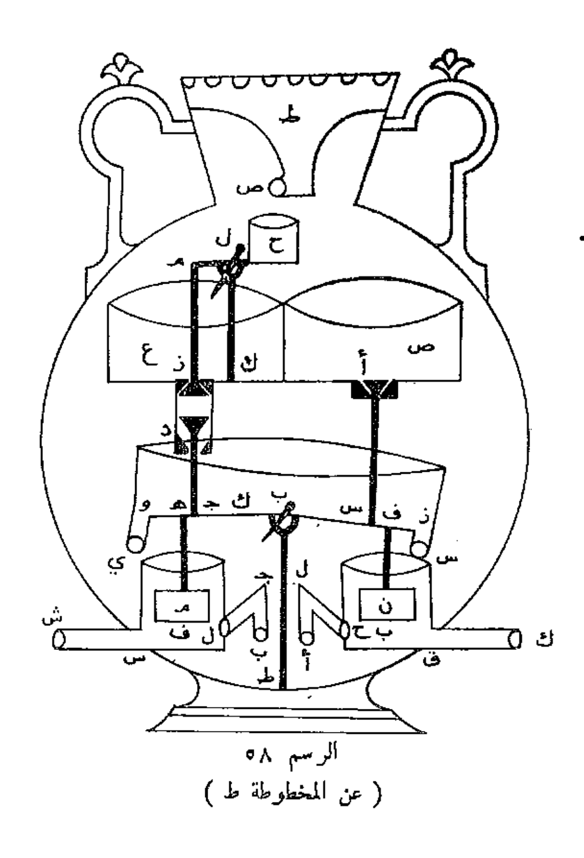
---

(٢٨) ف : طرف كـ
(٢٩) ط : الناحية فيها
(٣٠) ف : غير واردة
(٣١) ف : منه
(٣٢) ط : نزيد في الحاشية < واذا كان باب ا منطبق عرض حينئذ جميع ما ذكرنا > ، ولاضرورة لهذه الحاشية
(٣٣) ف : فقد وضح مما وصفنا انه
(٣٤) ف : غير واردة
(٣٥) ف : غير واردة
(٣٦) ف : حوض عليه
(٣٧) ف : قطع
(٣٨) ف : غير واردة
(٣٩) ف : منه الما
(٤٠) ف : وترتفع الدبة التي عليها ر ويرتفع بارتفاعها

يلي علامات ز فس ويستقل جانب الحوض الاخر الذي عليه علامات جهو وينفتح باب آ وينطبق باب دَ ‖ ويجري الشراب مــن باب آ الى نصف 84 V (T)
الحوض < الذي عليه علامات ز ف س وينصب الى النصف الآخر الذي فيــه علامات جه و من اجــل ميلان الحوض >(٤١) ويجري الشــراب في انبوب و ي الى حوض ف ويجري في بزال سشــ . وحوض بَ ايضا اذا ما سد < فامتلا ما يتفرغ >(٤٢)الما الذي فيه في الانبــوب المنعطف الذي عليه ح ل ا وكذلك ايضا ان سد بزال شس ترتفع < دبة مَ وينفتح >(٤٣) باب دَ وينطبق باب آ ويجري الما من بزال كق كمــا كان اولا وكذلك لا يزال الفعل وينبغي ايضا مع ما ذكرنا ووصفنا ان نصير كل واحد من ابواب ا د ز اوسع من انبوبي ز س و ي لكي يكون ما ينصب من الابواب اكثر مما يجري من الانابيب بشي يسير وذلك ما اردنا ان نبين وقد يستقيم ان نعمل هذا العمل في الحمامات .

---

(٤١) ط : هذه العبارة غير موجودة في ط ، وبدلا منها ترد عبارة < التي عليها جهو >
(٤٢) ط : فامتلا يتفرغ
(٤٣) ف : دبة مَ وتستقل دبة زَ وينفتح



الرسم ٥٨
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

(١) استنادا الى النص يجب ان يكون مخرج القمع صَ الى اليمين اكثر مما هو مبين في الرسم .

(٢) هناك عدة حروف استخدمت اكثر من مرة ولكنها بعيدة عن بعضها الى الحد الذي لا يسبب صعوبة في تتبع الشرح .

(٣) الانبوب وَ يَ غير صحيح تماماً لان هذا الانبوب (كما هو مبين في الرسم) قد يصطدم بحافة الحوض فَ عندما يميل الحوض الكبير كَ .

(٤) هناك ثقب في الحوض الصغير العلوي حَ ولكن هذا الثقب غير مبين في الرسم .

(٥) يجب ان يكون كوعا السيفونين جَ لَ عاليين بقدر ارتفاع الحوضين .

(٦) بموجب النص ، يجب ان تكون الصمامات دَ ، زَ ، اَ اوسع من الانبوبين وَ يَ ، زَ سَ . وهذا صحيح فيما يتعلق بالصمام اَ بالنسبة للانبوب وَ يَ اذ يجب ان يرتفع النبيذ في الجانب الايسر من الحوض حتى يميل الحوض . ولكن ليس من الضروري ان يكون الامر كذلك في الحالة الاخرى لان الجانب الايمن من الحوض اثقل من الجانب الايسر ولا تدعو الحاجة الى ارتفاع مستوى السائل في الجانب الايمن .

(٧) ليس من الممكن ان يكون القضيبان جَ دَ ، سَ اَ متساويين في الطول كما ورد في النص وهذا واضح في الرسم .

ولهذه الجرة صنعة اخرى تفعل مثل فعل التي قبلها غير انا نصير ما يصب فيها من الما والشراب بمقدار ولو شينا ان نصيره بغير مقدار فعلنا ذلك[١] غير انا نصيره < بمقدار في هذه الجرة >[٢] . فنعمل لذلك مثال جرة على راسها علامة آ ونغطي راسها بصفيحة مغربلة ونعمل تحت الصفيحة قمع منعطف الراس عليه اب كما عملنا في عدة اشكال ونعمل تحت راسها حوضين عليهما ط ك ونقرن احدهما بالاخر ونثقب في اسفلها ثقبين ونلصق على الثقبين بابين يكون انفتاحهما الى فوق عليهما مل ونركب فوق الباب الذي عليه م في حوض ط < انبوب مثل >[٣] انبوب كاس العدل عليه عمس[٤] وعلى غلافه سع ونركب تحت بابي مل حوضين صغيرين ليكون مصب كل باب الى الحوض الذي تحته وعليهما حجه ومد ونعمل في كل حوض انبوب كاس العدل وعليهما ز ح ه سوم[٥] ونخرج من كل حوض بزال وعلى البزالين علامتي جش د ص ونعمل تحت طرفي انبوبي كاسي[٦] العدل اللذين عليهما ز س حوضين صغيرين على مثال ما صورنا وعليهما علامتي ف ق < ونلصقهما بطرفي قضيب يصل بينهما وعليه فق >[٧] ونقيم تحت وسط[٨] فق قضيب قايم عليه ا ط ونثبت طرف القضيب الذي < عليه

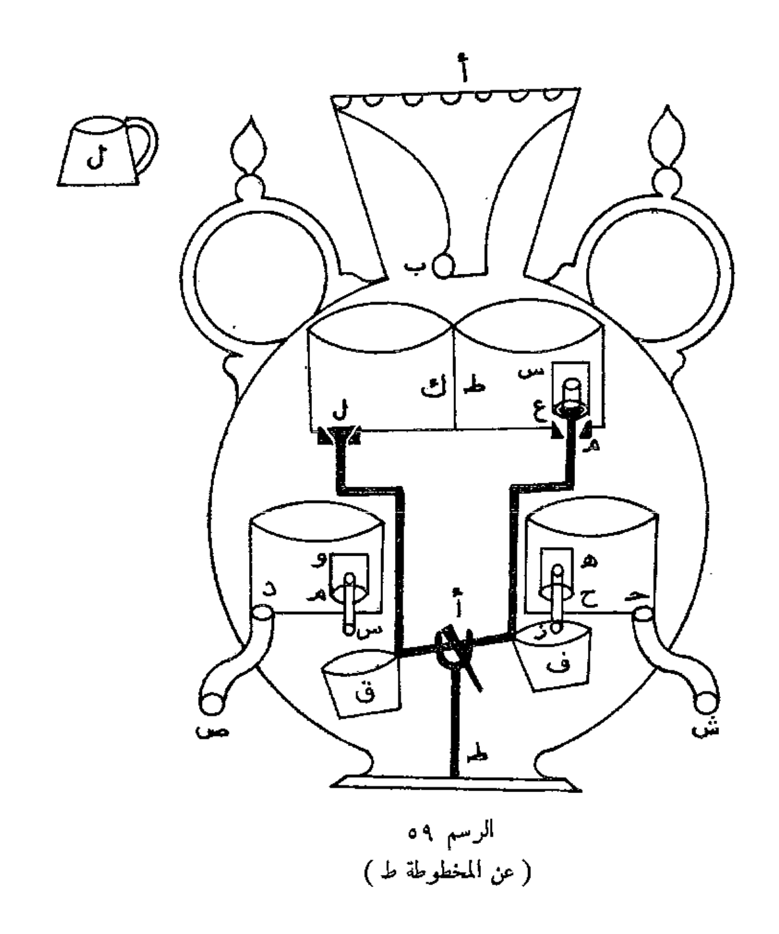
---

(١) ف : غير واردة
(٢) ف : في هذه الجرة بمقدار
(٣) ف : انبوبا مثال
(٤) ف : م س
(٥) ف : ز جه مو
(٦) ف : كاس
(٧) ف : ونصل ما بينهما بقضيب فق
(٨) ف : وسط قضيب

طَ مع اسفل الجرة وطرفه الذي عليه آ مع وسط >[٩] قضيب فقَ او قريب من وسطه بمحور لكي اذا استقل حوض فَ ارتفع حوض قَ واذا < ارتفع هذا نزل >[١٠] الاخر ونخرج من حوضي فقَ قضيبين نلصق طرفهما على الحوضين[١١] ونلصق طرفيهما الاخرين بالذكرين من البابين وليكن حوضي فقَ اذا اطلقا[١٢] ينطبق باب لَ وينفتح باب مَ ونعمل مكيال لَ وهو المقدار الذي اذا صب به شي من الرطوبات في حوض طَ ينتهي الى طرف الانبوب الذي عليه سَ وياخذ انبوب كاس العدل الرطوبة ‖ ويصبها[١٣] الى حوض حجهَ . فقد تبين مما قلنا[١٤] انه اذا صب الما بكثرة وقوة < من راس الجرة يجري >[١٥] في القمع الى حوض كَ واذا صب الشراب بمكيال برفق صبا رويدا ينصب الشراب الى حوض طَ فاذا تفرغ[١٦] كل شي في المكيـــال < يبلغ الشراب الى موضع سَ >[١٧] وياخذ انبوب كاس العدل الذي عليه معسَ[١٨] الشراب ويصبه الى حوض حجهَ < حتى يســيل من بزال جشَ فاذا >[١٩] سد بزال جشَ يجتمع الشراب في حوض حجهَ فاذا بلغ الشراب الى موضع هَ ياخذ انبوب كاس العدل الذي عليه زحهَ الشراب ويصبه الى حوض فَ فاذا اجتمع الشـــراب في حوض فَ يستقل حوض فَ فينطبق باب مَ وينفتح باب لَ ويجري الما منه الى حوض ومدَ ويخرج من بزال دصَ 85 V (T)

(٩) ف : عليه ام ع وسط
(١٠) ط : ارتفع نزل
(١١) ف : بالحوضين
(١٢) ف : اطبقا
(١٣) ف : ويقلبها
(١٤) ف : مثلنا
(١٥) ف : يجري من راس الجرة
(١٦) ف : فرغ
(١٧) ف : غير واردة
(١٨) ف : م و س
(١٩) ف : ويجري في بزال جس ولا يزال كذلك حتى يسد بزال س فاذا

ومتى سد بزال د ص يرتفع الما ايضا في حوض و مد < فاذا بلغ الى موضع و >[٢٠] ينصب من انبوب كاس العدل الذي فيه الى حوض ق < ويستقل حوض ق >[٢١] ويرتفع حوض ف فينطبق باب ل وينفتح باب م ويعود الشراب يجري من موضعه الاول[٢٢] < وكذلك لا يزال >[٢٣] وذلك ما اردنا ان نبين .



الرسم ٥٩
(عن المخطوطة ط)

(٢٠) ف : غير واردة
(٢١) ف : < فاذا اجتمع فيه يستقل حوض ق >
(٢٢) ف : اولا
(٢٣) ف : غير واردة

ملاحظـات :

(١) توجد هنا ايضاً حروف متكررة ولكنها لا تسبب اي أبهام .

(٢) حتى تقوم هذه الآلية بعملها فيجب ان يفرغ الحوضان قَ،فَ محتوياتهما عندما يميلان . ولم يرد ذكر لهذه المسألة في النص ولكن يمكن ان يتم ذلك بوضع سيفون في كل منهما .

(٣) السيفون المتمركز مع س مرسوم بصورة خاطئة ، ويجب ان تكون النهاية العليا لمقعد الباب المطحون في مستوى ارض الحوض وان تكون النهاية العليا لذكر الباب منخفضة اكثر . عند ذلك يمكن للانبوب الداخلي في السيفون المتمركز ان ينفتح من ارضية الحوض فوق مقعد الصمام مباشرة .

(٤) يبين الرسم الذراع المتوازنة وهي تميل على الافق . وهذا الوضع صحيح على الارجح وهو الوضع الذي يسبق اي تصريف وهو الوقت الذي يكون فيه الصمام مَ مفتوحاً والصمام لَ مقفلاً .

39 V (T)

الشكل الستون (س)

صنعة جرة أخرى لها مثقب[1] غير مغلق يصب فيها الشراب ثم يقطع الصب فاذا أحب الحاذق بعملها ان يصب فيها الما فيخرج شراب[2] فعل ذلك وان احب ان يكون اذا صب الما يخرج ما وحده من البزال فعل ذلك وهذه الجرة يصح[3] ان يستعملها من يشرب النبيذ فيصرف عن من احب[4] ويسكر من احب[5] < وهي تقع ايضا في باب الاختيارات >[6] اذا احب انسان ان يستعملها على جهة اخرى وذلك انه يقول لمن يحضرنه ما الذي تحبون اذا صببت الما ان يخرج شراب || صرف او ممزوج او ما وحده فاي 40 R (T) شي طلب[7] منه يمكنه ان يعمله بما نحن واصفون . فنعمل لذلك مثال جرة عليها ا فع ونلصق على راسها صفيحة مثقوبة أو مغربلة اي < ذلك استقام وصلح >[8] ونخرج من الثقب انبوب عليه[9] اب ونخرج من < اب انبوب منعطف على مثال ما صورنا >[10] او شبيه به عليه بجو وليكن على طرفه الذي عليه[11] و غلاف كما عملنا في غير موضع . وفي الابريق الذي لا يقبل

---

(١) غ : بزال ، وكانت مخطوطة ف قد صححت كلمة بزال الى مثقب
(٢) ف : شرابا ممزوجا
(٣) ف : تصلح
(٤) ف : يحب
(٥) ف : يحب
(٦) ف : وهي ايضا تقع في باب الاختيار
(٧) ف : يطلب
(٨) ف : ذلك كان استقام ويصلح
(٩) ف : على
(١٠) ف : ب انبوباً منعطفا على ب جو على المثال الذي صورنا
(١١) ف : على

وعليه وح ونقطع الجرة بصفيحة فع ونثقب في الصفيحة في موضع ص ثقب ونلصق على هذا الثقب انثى من باب مطحون يكون انفتاحه الى فوق ونصل بهذه الانثى انبوبا ملصوقا(١٢) بها نخرج طرفه الاخر الى خارج الجرة ويكون ما يخرج عن < الجرة هو >(١٣) البزال وعليه ص ك ونعمل في الجرة حوض كبير واسع تكون مساحته مثل ثلث مساحة الجرة او مثل ربعها وعليه علامة ق ويلصق(١٤) على الجانب من هذا الحوض الذي يلي الباب الذي عليه علامة ص قضيب قايم في السمك قليل الارتفاع عليه علامة(١٥) ش ونعلق بهذا القضيب قضيب اخر يدور عليه على محور ش وينعطف عليه الى اسفل الجرة ويعترض من فوق على المثال الذي صورنا او شبيه بذلك وعليه علامة ص ش ز(١٦) وليكن طرفه الذي عليه ص ملصقا بالذكر من الباب المطحون وطرفه الذي عليه ز ملصق بحوض صغير عليه علامة د في جانب منه ونلصق حوض اخر عليه ط الى حوض د وليكن مثله او شبيه بذلك لكي اذا صب الما في حوض د < او حوض >(١٧) ط استقل أيهما(١٨) صب فيه الما ونزل(١٩) < ودار القضيب >(٢٠) على المحور وانفتح الباب الذي عليه علامة(٢١) ص || واذا تفرغ الحوض الذي صب(٢٢) فيه الما ايهما كان يرتفع الحوض ويدور القضيب < فيرجع القضيب الى >(٢٣) موضعه من 40 V (T)

---

(١٢) ف : ملصقا
(١٣) ف : الجرة منه هو
(١٤) ط : ويلتف
(١٥) ف : غير واردة
(١٦) ف : س ص
(١٧) ف : او انصب الى حوض
(١٨) ف : ايضا
(١٩) ف : غير واردة
(٢٠) ف : ودار القطب الذي للقضيب
(٢١) ف : غير واردة
(٢٢) ف : غير واردة
(٢٣) ف : ويرجع الى

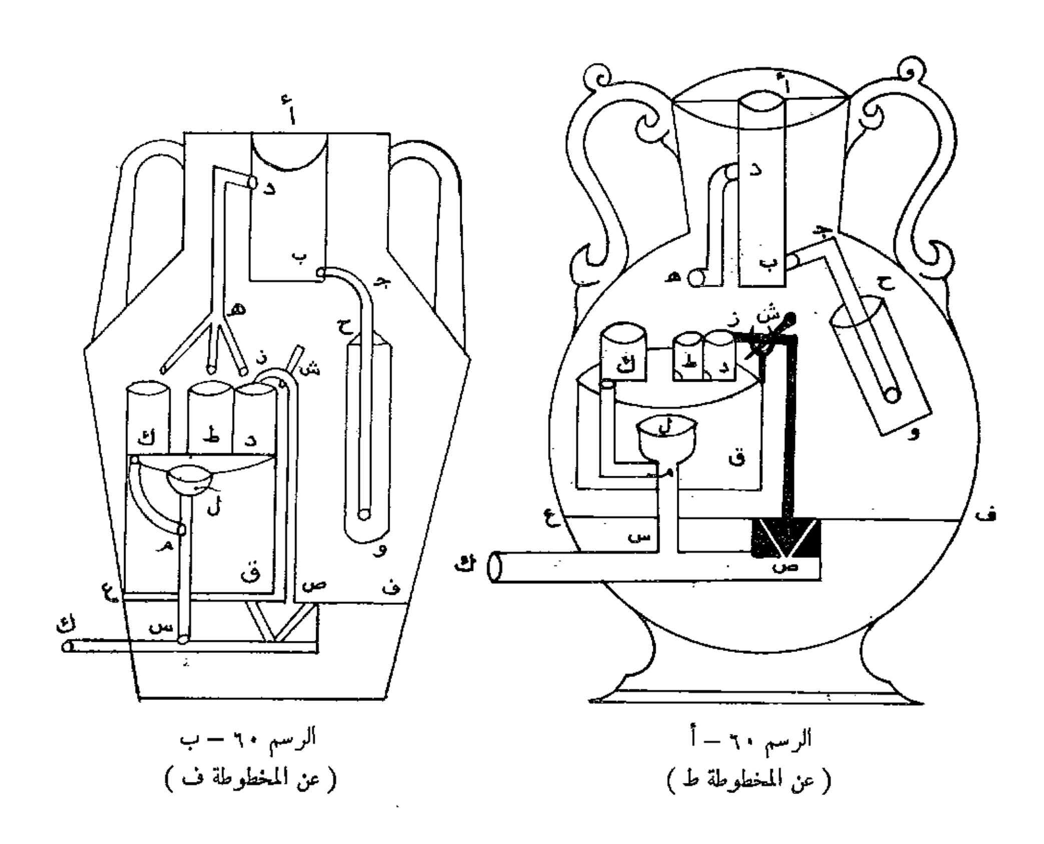
نفسه وينطبق باب ص . ونثقب في اسفل حوضي د ط ثقبين صغيرين في كل < واحد ثقب صغير >[٢٤] يجري منه الما الى حوض ق الكبير ونجعل تحت الثقب الذي في حوض ط < شبيهاً بالقمع عليه ل متصلا بانبوب >[٢٥] عليه لس ويكون طرفه الذي عليه س نافذ الى انبوب صلك ويكون ملصق به لكي اذا < صب في >[٢٦] حوض ط يجري من الثقب الذي في اسفله الى انبوب لس ويخرج من بزال ك . ونعمل حوض اخر صغير مثل احد حوضي د ط وعليه علامة[٢٧] ك ونركبه بالقرب من حوض ط ولكن لا يكون ملتصق به البتة ونخرج من اسفل حوض < ك انبوباً نافذاً >[٢٨] الى حوض ق[٢٩] وينتهي الى علامة م من انبوب لس وينفذ الى انبوب لس وعليه علامة كم < ليكون اذا انصب الما >[٣٠] الى حوض ك يجري في انبوب كم الى انبوب لس ويخرج من بزال كص ونخرج من وسط انبوب اب او فوق الوسط قليلا انبوب نافذ اليه على المثال الذي صورنا عليه ده < ليكون اذا صب الما >[٣١] من راس < الجرة صبا رقيقا من بعد صب الشراب يجري >[٣٢] في انبوب ده وينصب الى حوض د فاذا كان الصب وسط في القوة يجري من انبوب ده الى حوض ط واذا كان < صب قوي >[٣٣] يجري الى حوض ك . فقد تبين مما وصفنا انا اذا صببنا الشراب اولا من راس الجرة يجري في انبوب بجو المنعطف الى الجرة < فاذا صب الما

(٢٤) ف : واحد منهما ثقبا صغيرا
(٢٥) ط : شبيه بالقمع متصل بانبوب
(٢٦) ف : صب الما في
(٢٧) ف : علامتي
(٢٨) ط : < ط انبوب نافذ >
(٢٩) ف : ك
(٣٠) ف : ليكون الما اذا انصب
(٣١) ف : ليكون الما اذا صب
(٣٢) ف : الجرة قليلا قليلا من بعد الشراب يجري
(٣٣) ف : الصب قويا جدا

من بعده يجري في انبوب ده فان كان صب >[٣٤] برفق يجري الى حوض د ويستقل حوض د عند ذلك وينفتح باب ص < فيخرج الشراب من البزال ويكون >[٣٥] الما ينصب الى || حوض ق[٣٦] فان كان الصب وسط في القوة 41 R (T)
يجري الى حوض ط فيستقل حوض ط لثقل الما ايضا وينفتح باب ص ويجري الما من الثقب في انبوب لس[٣٧] فيخرج الشراب والما ممزوج من بزال ك[٣٨] فان كان الصب < قوي يخرج الما الى حوض ك ويخرج >[٣٩] الما وحده من بزال ك وذلك ما اردنا ان نبين . وقد تبين < انا اذا اردنا ان نعمل بمثل >[٤٠] هذا التدبير مرارا[٤١] ان نعمل جرة نصب فيها الشراب فاذا صب فيها[٤٢] الما يجري شراب ثم يتبعه الما ثم يتبع الما شراب وكذلك لا يزال ما دام صب الما < متصل مرة بعد مرة >[٤٣] يخرج شراب ومرة ما حتى < ينفذ الشراب ونعيد هذا العمل بصنعة اخرى >[٤٤] .

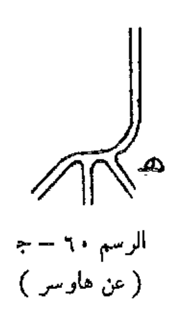
---

(٣٤) ط : < فاذا صب بعد ذلك الما >
(٣٥) ف : فخرج الشراب من بزال ك ويكون
(٣٦) ف : و
(٣٧) ط : س
(٣٨) ف : ب
(٣٩) ف : قويا يجري الى حوض ك ويجري
(٤٠) ف : انا ان اردنا بمثل
(٤١) ف : غير واردة
(٤٢) ف : غير واردة
(٤٣) ف : متصلا مرة
(٤٤) ف : ينفذ ما في الجرة ويعتد لهذه الجرة عملا بصنعة اخرى ان شا الله تعالى



الرسم ٦٠ — ب
(عن المخطوطة ف)

الرسم ٦٠ — أ
(عن المخطوطة ط)



الرسم ٦٠ — جـ
(عن هاوسر)

ملاحظـــات :

(١) اوردنا رسمي المخطوطتين (ط) و (ف) ، ذلك ان رسم الانبوب د ه مختلف في كل منهما . ولا يذكر النص هذا التشعيب الوارد في رسم المخطوطة (ط) . والرسم في ط أصح ولكن اذا كان تشعيب الانبوب مطلوباً فيجب ان يكون تصميم الانبوب كما هو مبين في الرسم ٦٠ ــ جـ حيث يكون هناك قسم افقي للانبوب وبدون ذلك يجري السائل في اي من الفروع الثلاثة .

(٢) السيفون المتمركز مرسوم خطأ في المخطوطة ط . فهو قصير ويستطيع ان يقبل السائل عن الصب ثاني مرة . ذلك ان المسافة ا ب اكبر من المسافة ح و كما ان ميلان السيفون يساعد على استمرارية الجريان في المرة الثانية .

(٣) كذلك فان الحوضين ط و د مرسومين في موقع خاطىء في المخطوطة (ط) ففي الرسم المبين ينزل السائل من الانبوب د ه الى الحوض ط او الحوض ك . وربما كانت هذه الحالة الوحيدة التي نجد فيها ان الرسم في المخطوطة (ف) افضل عموما من رسم المخطوطة (ط) .

41 R (T)

الشكل الواحد والستون (سا)

ونريد(١) ان نبين < ايضا كيف >(٢) نعمل جرة لها بزال يصب فيها الشراب فاذا صب فيها الما صبا دايما يبتدي الشــراب يخرج(٣) ثم يتبعه الما ثم يتبع الما الشراب || ايضا وكذلك لا يزال ما دام الصب متصل . فنعمل لذلك 41 V (T) مثال جرة عليها علامة كـ ويكون(٤) على راسها صفيحـة عليها كـ ويكون فيها ثقب . ونعمل تحت راسها حوض صغير عليه علامتي اب ونثقـــب < في اسفله >(٥) ثقبين ونعمل في الجرة حوض كبير عليه علامة ق(٦) ونثقب في اسفل حوض < ق ثقب >(٧) عليه ش ونلصق عليه انثى من باب مطحـون يكون فتحه الى فوق ونخرج من حوض اب انبوب ينفذ في احـد الثقبـــين وينتهي الى حوض ق وعليه علامة ال(٨) ونعمل على راسيه(٩) غلافين عليهما ل ف ا كما عملنا(١٠) في الابريق الذي لا يقبـــل . ونخرج من(١١) الثقب الاخر من حوض اب انبوب ينفذ فيه وعليه بح ونعمـــل تحت الباب الذي عليه ش حوض عليه زم ليكون المـــا والشراب اذا جرى من حـوض ق في باب ش ينصب الى حوض زم ونخرج من اسفـل حوض زم انبـوب الى خارج الجرة ويكون ما خرج منه عن الجرة هو البزال وعليه مص . ونعمـل تحت طرف انبوب بح الذي عليه ح حوض عليه جه ليكون الما اذا جرى في انبـــوب بح

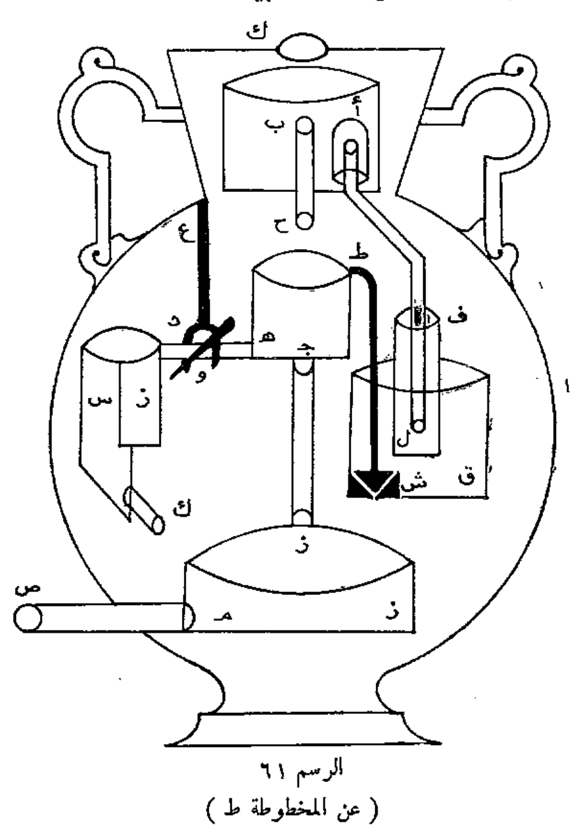
---

(١) ف : نريد
(٢) ف : < ايضا بصنعة اخرى كيف >
(٣) ف : يجري
(٤) ف : ونطبق
(٥) ف : فيه
(٦) ف : و
(٧) ف : و ثقبا
(٨) ف : اك
(٩) ف : راسه
(١٠) ف : عمل
(١١) ف : في

ينصب الى حوض جه < ونعمل قضيبا نلزق باحد طرفيه الذكر من باب ش ونلزق الطرف الاخر بموضع علامة ط من حوض جه ليكون >(١٢) اذا ارتفع حوض جه انفتح باب ش واذا استقل انطبق الباب . ونخرج من اسفل حوض جه انبوب عليه جز < يصب الما الى >(١٣) حوض زم ونثقب في اسفل حوض جه ثقب عليه ه ونلصق به انبوب عليه هد ونلصق طرفه الذي عليه د بحوض < على مثال الشكل الذي >(١٤) صورنا وعليه زس < ونقسم هذا الحوض بنصفين على مثال ما صورنا وعليهما زس >(١٥) ليكون الما اذا جرى في انبوب هد يقع في نصف الحوض الذي عليه ز وليكن < نصف زس الذي عليه ز يسع شبيه بما >(١٦) يسع ‖ حوض جه 42 R (T)
ويكون حوض س مثله وعلى خلقته . ونخرج من اسفل حوض س انبوب صغير دقيق عليه لك ينصب منه الما الذي يكون في حوض س الى جوف الجرة ونلصق بوسط انبوب هد قضيب عليه وع ونلصق طرفه الذي عليه ع بالجرة وطرفه الذي عليه و < بموضع محور >(١٧) يدور عليه انبوب هد واذا دار انبوب هد < يرتفع حوض جه وينزل حوض زس ويستقل >(١٨). فقد تبين انا اذا صببنا الشراب من راس الجرة يجري في انبوب ال الى حوض ق . فاذا صب الما يجري في انبوب بح الى حوض جه ويجري الما في انبوب جز الى حوض زم ويخرج في بزال مص والصب متصل . وهو يجري في انبوب هد الى حوض ز فاذا امتلا حوض ز يستقل ويدور المحور ويرتفع حوض جه واذا ارتفع حوض جه يصير انبوب بح ينصب الى جوف الجرة ويكون ايضا حوض جه اذا ارتفع ينفتح باب ش ويجري الشراب من

(١٢) ف : < ونخرج من الذكر الباب الذي عليه ش قضيبا ملتصقا به يرتفع حتى ينتهي الى حوض جه ونلصقه به في موضع ط ليكون >
(١٣) ط : < يصب الى >
(١٤) ف : < مثل الذي >
(١٥) ف : غير واردة
(١٦) ف : < نصف حوض د يسع شبيها بما >
(١٧) ف : < موضعا فيه محور >
(١٨) ف : < ترتفع احواض ج ز س وتستقل >

ثقب شَ الى حوض زمَ ويجري من البزال الشراب مع انقطاع الما وايضا فان حوض زسَ اذا اســتقل < ينصب كل شيء في حـوض زَ في حوض سَ وينصب كل شي في حوض >(١٩) سَ من الما من(٢٠) انبوب كَ الى الجرة فاذا في كل شي في حوض سَ من الما استقل حوض جهَ ويرتفع حوض(٢١)زسَ فيعود الى < ماكان عليه اولا ويجري >(٢٢) الما ايضا في حوض جهَ ‖ وينسد (T) V 42 باب شَ وينقطع خروج الشراب ويبتدي الما < يخرج ايضا >(٢٣) من بزال مصَ ويعود الفعل(٢٤) وذلك ما اردنا ان نبين .



الرسم ٦١
(عن المخطوطة ط)

(١٩) ط : < وينصب كل شي في حوض >
(٢٠) ف : في
(٢١) ف : غير واردة
(٢٢) ف : < ما كان اولا يجري >
(٢٣) ف : < ايضا يخرج >
(٢٤) ف : < الفعل كما كان وكذلك لا يزال >

42 V (T)

الشكل الثاني والستون (سب)

صنعة جرة لها بزال مفتوح يصب فيها الشراب فاذا قطع الصب وصب فيها ما يبتدي الشراب يجري من البزال ما دام صب الما متصل فاذا قطع صب الما انقطع البزال فلا يخرج منه شراب وكذلك ان صب فيها شراب ينصب من البزال ما دمت تصب الشراب فاذا قطعت صب الشراب انقطع سيلان المـــا من البزال وكذلك لا يزال اذا صببت شـــراب يخرج ما واذا صببت ما خرج شراب . فنعمل لذلك مثال جرة على راسها علامة عَ ونطبق راسها بصفيحة فيها ثقبا واسعا او تكون مثقبة بمنزلة الجرار(١) المغربلة ونلصق على < الثقب انبـــوب ملتصق بالصفيحة >(٢) من تحت عليه غرسَ على مثـــال ما صورنا ويكون(٣) القسم الذي هو زسَ من الانبوب قايم على القسم الذي هو زعَ < منه على زاوية >(٤) قايمة اوشبيه بالقايمة ونعمل في الجرة حوضين واسعين اوســـع ما يمكن عليهما علامتي فصَ ويكونا(٥) متساويين او شبيهـــا بالمتساويين < ونلصق واحد منهما مع الاخر >(٦) على مثال ماصورنا ونقيم(٧) على فصلهما المشترك الذي هو الحاجز(٨) قضيب ينتهي الى علامة قَ(٩) ونعمل حوضين صغيرين عليهما جهَ على مثال ماصورنا او شبيه بذلك ونضع فصلهما

---

(١) ف : الجرة

(٢) ف : < النقب او الثقب اي ذلك عملنا انبوبا ملصقا بالصفيحة >

(٣) ف : وليكن

(٤) ف : < على زوايا >

(٥) ف : وليكونا

(٦) ف : < ويلصق احدهما مع الاخر >

(٧) ف : ونقيمه

(٨) ف : < هو الحايط الحاجز بينهما >

(٩) ف : وَ

المشترك < الذي عند >[١٠] نقطة م على طرف القضيب الذي عليه ق ونثبته مع القضيب بمحور لكي يمكن ان يرتفع حوض ج ويستقل حوض ه ويرتفع حوض ه ويستقل حوض ج ونثقب في حوضي فص < ثقبي ب ل >[١١] ونعمل على ثقبي بل[١٢] بابين مطحونين < ملزقين بالثقبين >[١٣] على مثال ما ‖ وصفنا في غير موضع ويكون فتح هذين البابين الى فوق ونلصق في الذكرين[١٤] من البابين < قضيبين با لن >[١٥] ونعطف طرف القضيب الذي عليه ا الى حوض ج وطرف القضيب الذي عليه ن[١٦] نعطفه الى حوض ه ونلصق في جنبي حوضي جه شظيتين في كل جانب ليكون اذا ارتفع حوض ج لقيت الشظية السفلى الانعطاف الذي في القضيب الذي عليه ا فحملته فينفتح باب ب[١٧] وكذلك اذا ارتفع حوض ه حملت الشظية السفلى انعطاف قضيب ن[١٨] وانفتح باب ل . < وكذلك الشظية العليا التي في حوض ج تلقى انعطاف القضيب الذي عليه ا الى حوض ج والشظية العليا التي في حوض ه تلقى انعطاف القضيب الذي عليه ن الى حوض ه ليكون اذا ارتفع حوض ج واستقل حوض ه ينفتح باب ب وينطبق باب ل >[١٩] واذا ارتفع حوض ه واستقل حوض ج انفتح باب ل وانطبق باب ب ونخرج من حوضي جه[٢٠] انبوبين الى حوضي < فص وعليهما >[٢١] جح هد

43 R (T)

(١٠) ف : < الذي هو عند >
(١١) ف : ثقبين عليهما ر ل
(١٢) ف : ز ل
(١٣) ف : ملصقين بالثقب
(١٤) ف : الذكر
(١٥) ف : قضيبين عليهما با لز
(١٦) ف : د
(١٧) ف : ق
(١٨) ف : ر
(١٩) ف : العبارة كلها غير واردة
(٢٠) ط : جد
(٢١) ف : بح د ص عليهما

ويكون(٢٢) انبوب جح يصب الى حوض ف ويكون انبـــوب هد يصب الى حوض ص وليكن انبـــوب عزس في(٢٣) موضـــع متى ما صب الما منـــه او < الشراب بقوة يجري في >(٢٤) حوض ه ومتى ما صب رويدا قليلا قليلا يجري الى حـوض ج ونعمـــل تحت بابي بل حـوض عليه طم لكي ينصب الى هذا الحوض(٢٥) الما والشراب جميعا ونخرج من هـذا الحوض من اســـفله انبوب عليه مك الى خارج الجرة ويكون ما يخرج منه عن الجرة هو البزال .
فقد تبين انا اذا صببنا الشراب من راس الجرة بقوة وكثرة يخرج في انبوب عزس وينصب الى حوض ه ويجري في انبـــوب هد الى حوض ص ويكون الشراب حين ينصب الى حوض ه يستقل حوض ه وتضرب الشظية العليـــا < من حوض ه >(٢٦) الانعطـــاف من القضيب < الذي عليه لن >(٢٧) وهو الذي عليه ن(٢٨) ‖ فينطبق باب ل فما دام الصب متصل بقـــوة فهو دايب 43 V(T)
يجري الى حوض ه وينصب الى حوض ص فاذا قطع صب الشراب وصب الما قليل قليل يجري الى حوض ج فاذا جرى الى حوض ج استقـل حـــوض ج وارتفع حوض ه < وضربت الشظية العليا من حوض ج الانعطاف مـــن القضيب الذي عليه ا وهو الذي عليه ا >(٢٩) وانطبق باب ب وجرى الما الى(٣٠) حوض ف(٣١) وانفتح باب ل وجرى الشـــراب الذي في حوض ص من باب ل الى حوض ط م < وخرج من >(٣٢) بزال مك ولا يزال كـذلك

---

(٢٢) ف : ليكون
(٢٣) ط : هرس ، ف : هرش
(٢٤) ف : الشراب منه بقوة يجري الى
(٢٥) ف : غير واردة
(٢٦) ف : غير واردة
(٢٧) ف : غير واردة
(٢٨) ف : ر
(٢٩) ف : غير واردة
(٣٠) ف : في
(٣١) ف : ب
(٣٢) ف : ويخرج في

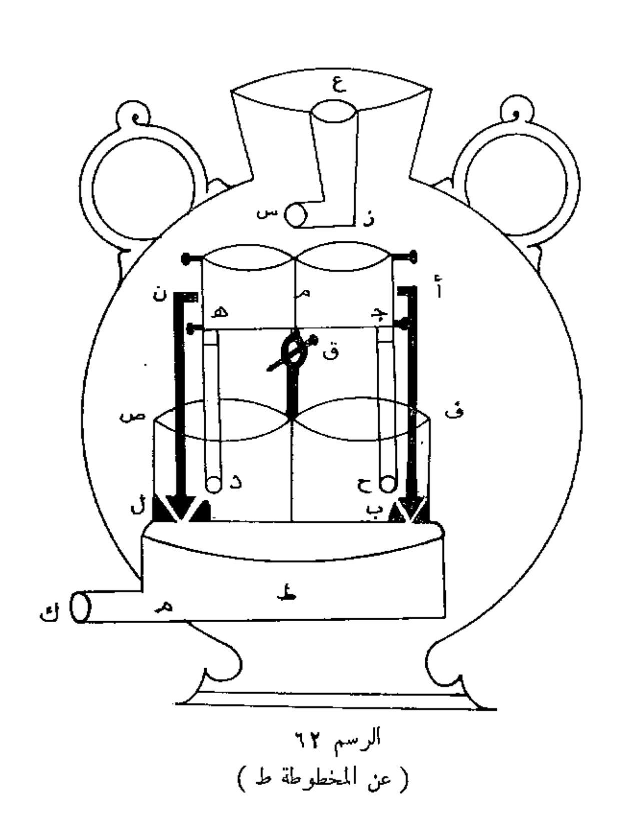
خروج الشـــراب ما دام < الصب للمـا متصل وكذلك ان >[٣٣] صـــب الشراب بقوة يجري الى حوض هـ ويستقل حوض هـ فينطبق باب ل ويرتفع حوض ج وينفتح باب ب ويجري الما الى حوض ط م ويجري[٣٤] في انبـــوب ملك الذي هو البزال ما دام الصب للشراب متصل وان اراد الانسان ايضا في هذه الجرة ان[٣٥] يخبر من يحضـــرنه[٣٦] اذا كان يصب الما او الشـــراب < فيقول تحبون >[٣٧] ان يخرج شرابا او ما من البزال فان قالوا < له نحب ان يخرج ما فينبغي ان يقوي صبه وان قالوا نحب ان يخرج شرابا فينبغي ان يضعف صبه فيخرج الذي طلب >[٣٨] . وذلك ما اردنا ان نعمل[٣٩] . ولهذه الجرة صنعة اخرى بالدبات والابواب والتدبير فيها من جنس التدبير الذي عملناه في الجرة التي لها بزال التي[٤٠] اذا صب فيها الشـــراب ‖ جرى مـــن 44 R (T) البزال فمتى صب الما او غيره من الرطوبات لم يجر من البزال شي واذا اراد الانسان صنعة هذه الجرة فينبغي ان يرفع موضع المحـور الذي عليه ق[٤١] ما امكنه فان صير المحور في اعلى الحوض في الفصل < المشترك كان >[٤٢] ذلك افضل واجود واسهل لرجوع حوضي جه الى مواضعهما لان هـــذين الحوضين ينبغي ان يصيرا بقدر[٤٣] على انه متى كانا فارغين اعتدلا وصارا موازيين للافق وانما صيرنا نحن المحور في هذا الموضع لان ذلك كان اسهل في الصورة وذلك ما اردنا ان نبين < فافهم ذلك >[٤٤] .

---

(٣٣) ف : < صب الما متصلا وكذلك ايضا ان >
(٣٤) ف : غير واردة
(٣٥) ط : < ان يكون >
(٣٦) ف : يحضره
(٣٧) ف : < فيقول ما تحبون >
(٣٨) ف : < نحب شراب فينبغي ان يقلل الصب >
(٣٩) ف : نبين
(٤٠) ف : غير واردة — ط : < الى > **وهو تصحيف**
(٤١) ط،ف : < و > وهو تصحيف
(٤٢) ف : المشترك للحوضين كان
(٤٣) ف : ويقدرا
(٤٤) ف : غير واردة

[وقــد ورد في المخطوطــة ف التعــليق التالي مكتوباً على صفحــة مستقلة بين الصفحتين V 43 و R 44] :

قال عطارد : انه يحتاج قضيبا اب ن ل الملزق بهما الذكر الذي يكون انطباق الباب وانفتاحه في حوضي ف ص ان يكون لهما ما سك والا لم يقوما فاجعل الماسك لكل قضيب شظية تخرج عن جنب الجرة وفيها حز يمسك القضيب ليلا يميل الى احد الجوانب ويكون الحز واسعا ليجري فيه القضيب بسهولة ليحمل الشظايا التي قال على مثال ما صورت .



الرسم ٦٢
(عن المخطوطة ط)

ملاحظــات :

المسافتان بين الشظيتين على جانبي الحوضين ج ، ه كبيرتان اكثر من اللازم .

ونريد < ان نبين ايضا >[١] كيف نعمل <جرة لها بزال >[٢] يصب فيها لون من الالوان فاذا صب < لون ثاني >[٣] يخرج الأول ما دام الصب متصل فاذا < قطع الصب انقطع خروج الاول >[٤] وكذلك اذا < صب لون ثالث يخرج الثاني واذا >[٥] صببت رابع يخرج الثالث وكذلك لا يزال . فنعيد لذلك مثال الجرة التي وصفناها وعلى راسها علامة عَ < ونعمل فيها جميع ما عملناه في جرة عَ التي قبلها >[٦] غير انا نصير[٧] في هذه الجرة بابي بلَ واسعين ليكون يخرج ما في الحوضين من البابين[٨] بسرعة ويتفرغ الحوض اذا انفتح بابه بسرعة[٩] ويبطل ايضا[١٠] في هذه خروج البثيون من من حوض طَمَ ونصيره اسفل من حوض طَمَ < عند ثتكَ >[١١] ونثقب في حوض طَمَ ثقبين صغيرين عليهما طَمَ ونمد < قضيبين ا ب ن لَ >[١٢] على المثال الذي صورنا حتى ينفذان في ثقبي طَمَ ويصيران الى موضعي[١٣] شَ سَ

---

(١) ف،ب : < ايضا ان نبين >

(٢) ط : جرة

(٣) ف،ب : < اللون الثاني >

(٤) ف : < قطع انقطع اللون الاول وخرج الثاني > ط ، ف : < قطع الصب انقطع خروج الاول > — وهو تصحيف

(٥) ب : < صببت لونا ثالثا خرج الثاني وكذلك اذا صببت لونا ثالثا خرج الثاني فاذا >

(٦) ط : هذه العبارة غير واردة

(٧) ف : نصيره

(٨) ب : الما

(٩) ف،ب : سريعا

(١٠) ب : غير واردة

(١١) ب : بلَ

(١٢) ف : قضيبي ا ب ر كَ ب : قضيبين ا ب ا كَ

(١٣) ف : موضع ب : الموضع

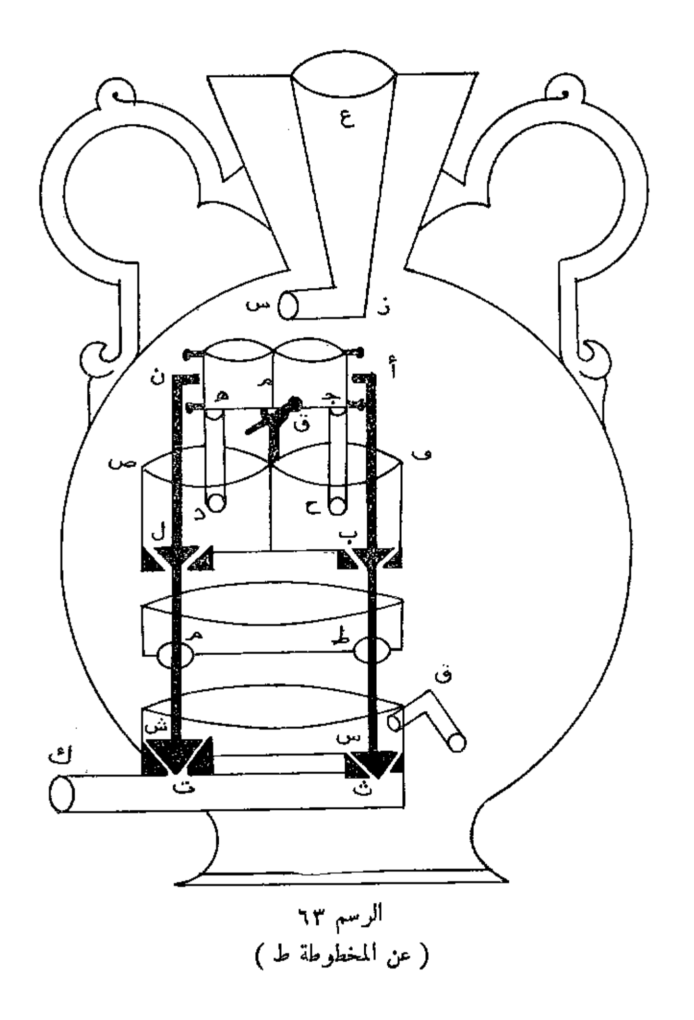
ونعمل عند ذلك < حوضاً دقيقاً قليل السمك >[١٤] له طول كافي بقدر
< بعدما بين >[١٥] ثقبي طم عليه ش س ليكون اذا جرت الرطوبة من
ثقبي طم يسيل الى حوض ش س . < ونثقب في حوض ش س >[١٦]
ثقبين عليهما ش س حيال ثقبي طم ونركب على ‖ ثقبي ش س بابين يكون 44 V (T)
انفتاحهما الى فوق ونلصق الذكرين[١٧] من البابين بطرفي[١٨] القضيبين
اللذين عليهما ش س ونقدره على ما نصف حتى يكون اذا كان الباب الذي
عليه ب منطبق يكون الباب الذي عليه < س منطبق >[١٩] واذا كان
مفتوح كان باب س مفتوح[٢٠] < وكذلك اذا كان باب ل مفتوح يكون
باب ش مفتوح واذا كان مطبق[٢١] كان باب ش مطبق[٢٢] وننفذ >[٢٣] بابي
ش س الى بزال ك ونصير في حوض ش س انبوب منعطف صغير عليه
علامة ق[٢٤] ليكون اذا اجتمعت رطوبة في حوض ش س[٢٥] سالت في
الانبوب المنعطف الى الجرة . فقد تبين مما وصفنا انه اذا صب اللون الاول[٢٦]
بقوة وكثرة يجري الي حوض ه ويتفرغ في حوض ص كما بينا قبل وينطبق
بابي ل ش ويبقى ذلك[٢٧] اللون في حوض ص فاذا صب اللون الثاني[٢٨]

---

(١٤) ط : < حوض صغير دقيق >
(١٥) ط،ب : ما بين
(١٦) ب : غير واردة
(١٧) ب : الذكر
(١٨) ف : بطرف
(١٩) ف،ب : ش منطبقا
(٢٠) ف،ب : ش مفتوحا
(٢١) ف : منطبقا
(٢٢) ف : منطبقا
(٢٣) ب : غير واردة
(٢٤) ف : و
(٢٥) ب : غير واردة
(٢٦) ب : الآخر و ل
(٢٧) ف،ب : غير واردة
(٢٨) ف : الاخير ب : الاخر

برفق يجـــري[٢٩] الى حوض جـ ويتفرغ في حوض ف وينطبق < بابي ب س وينفتح بابي لش ويجري اللـون >[٣١] الاول من باب ل بسرعة الى حوض طم ولا يزال يجــري من ثقبي طم الصغيرين الى حوض ش س ويجــري في انبوب شت ويجري[٣١] من البزال[٣٢] فاذا < قطــع صب اللون الثاني >[٣٣] < وصب اللـــون الثالث بقوة وكثرة >[٣٤] ينطبق بابي[٣٥] لش وتجتمــع الرطوبة في حوض ش س وياخـذها انبـوب ق المنعطف ويفرغها الى الجرة وينفتح بابي بســ ويعود الفعل الذي وصفناه وكذلك ايضا ان صب لـــون رابع يخرج الثالث < وكذلك ايضا ان صب لون خامس يخرج الرابع >[٣٦] وكذلك لا يزال فان اردنا ان يكون عملها على انه اذا صب اللون الثاني ثم قطع او لم يقطع < لا يزال >٣٧ اللـون الاول يجري من البزال فليس بنـا حاجة الى ان نحدث في الجرة الاولى شي وذلك ما اردنا ان نبين .

(٢٩) ب : غير واردة
(٣٠) ف،ب : باب ل س ويتفرغ اللون
(٣١) ف،ب : ويخرج
(٣٢) ب : بزال ك
(٣٣) ب : صب اللون
(٣٤) ط : وصب الثالث بقوة
(٣٥) ف،ب : باب
(٣٦) ف،ب : غير واردة
(٣٧) ف،ب : لانه بزال



الرسم ٦٣
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

(١) من الممكن الاستغناء عن الحوض السفلي **س ش** والتوصل الى نفس النتيجة باستخدام الجهاز السابق بتوسيع الصمامين ب ل ، وتركيب الحوض م ط فوق ارض الجرة وتركيب انبوب تفريغ الفائض ق على هذا الحوض .

(٢) ربما كانت العبارة « وتجتمع الرطوبة في حوض ش س ويأخذها انبوب ق المنعطف ويفرغها الى الجرة » سبباً في اساءة فهم الجهاز . والحقيقة ان غرض الانبوب ق موضح في عبارة سابقة : « ونصير في حوض ش س انبوب منعطف صغير عليه علامة ق ليكون

اذا اجتمعت الرطوبة في حوض شَ سَ سالت في الانبوب المنعطف الى الجرة » . فالانبوب قَ هو انبوب فضال للتخلص من السائل الفائض عندما يرتفع السائل في الحوض سَ شَ فقط . وهو للطوارىء . ولو أن السائل جرى بسرعة من الفتحتين مَ طَ بحيث كانت سرعة التفريغ من احد الصمامين سَ أو شَ غير كافية لامتلأ الحوض سَ شَ وجاء دور الانبوب قَ للتخلص من السائل الفائض . ولكن التصميم احتاط لذلك بان جعل الفتحتين مَ طَ صغيرتين .

(٣) العبارة الاخيرة « فان اردنا ان يكون عماها .. الخ » غير واضحة تماماً . ولكن يفهم منها ان المصمم انتبه الى انه من الممكن الاكتفاء بالتصميم الوارد في الجرة السابقة (الشكل ٦٢) .

76 R (T)

الشكل الرابع والستون (سد)

نريد ان نبين كيف نعمل جرة لها بزالين < ان صب فيها الشراب والما >(١) بعد ان نمزج احدهما بالاخر يخرج من احد البزالين شراب ومن الاخر ما ويتوهم كل من يرى(٢) ذلك انه قد انفصل < الشراب من الما >(٣). والحيلة في ذلك بان نصب < الشراب والما >(٤) في الجرة كل واحد على حدته < مثل ما تريد ان تصب >(٥) من قبل ان يراها الناس ثم نصب بين يدي الناس الشراب والمـا < ممزوجين فيخرج >(٦) مـن احد البزالين < شراب ومن الاخر ما >(٧) فيتوهم كل من يراها انه قد انفصل الشراب من الما كل واحد من(٨) صاحبه . فنعمل لذلك مثال جرة على راسها علامة آ ونصيرها جرة كبيرة عظيمة لكي لا يمكن انسان قلبها ولا تحريكها فيسمع صوت الشراب || والما في تجويفها(٩) . ونصير تحت راسها حوض صغير عليه 76 V(T)
بجد ونصير في الجرة حوضين عليهما(١٠) علامتي هو حز ونخـرج من حوض بجد انبوبين < ينفذان ويتوجهان الى قريب من اسفل الحوضين اللذين عليهما هو حز وعليهما بز ده >(١١) ونصير طرف الانبوب الذي عليه د ارفع من

---

(١) ف، ب : تصب فيهما الما والشراب
(٢) ف، ب : رأى
(٣) ف : الما من الشراب ب : من الشراب
(٤) ف، ب : الما والشراب
(٥) ط : غير واردة
(٦) ب : ممزوجا فيجري
(٧) ف، ب : ما ومن الاخر شراب
(٨) ف، ب : على
(٩) ف، ب : جوفها
(١٠) ف، ب : فيهما
(١١) ف، ب : الى حوضين حز هو عليهما بز ده

طرف الانبوب الذي عليه ب < ونعمل على اطراف الانبوبين >[١٢] من فوق ومن[١٣] اسفل غلف[١٤] كما عملنا قبل في غير موضع للانابيب التي لا تقبل اذا قطع عنها الصب وهي غلف ب د حز و ه ونخرج ايضا من حوض بجد انبوب عليه[١٥] جط وليكن راس الانبوب الذي عليه ج ارفع من راس الانبوب الذي عليه د ونثقب في اسفل حوضي حز و ه ثقبين ونلصق عليهما بابين عليهما بج ويكون انفتاح البابين الى فوق ونلصق على البابين[١٦] قضيبين عليهما بقه جصه على مثال ما صورنا كل واحد < منهما ينعطف >[١٧] على زاوية قايمة ونقسم قه[١٨] بنصفين على د ونقيم على موضع د قضيبا عليه دا[١٩] ونلصق طرفه الذي عليه ا مع اسفل الجرة ونصير قضيب < قه يدور[٢٠] على قضيب دا ونثبته معه بمحور لكي اذا غمز على طرف القضيب الذي عليه ه >[٢١] استقل طرف القضيب الذي عليه ه وارتفع طرفه الذي عليه ق[٢٢] وانفتح الباب الذي عليه ب وكذلك نقسم قضيب ن ح[٢٣] ونثبته مع وسط قضيب ه ص بمحور عند نقطة ن[٢٤] . ونعمل حوض عليه علامة كه ونركبه في الموضع الذي ينصب اليه ما يجري من[٢٥] انبوب جط[٢٦]

(١٢) ف : ونصير على اطراف هذه الانابيب   ب : ونصير على هذه الانابيب
(١٣) ب : غير واردة
(١٤) ط : غلاف
(١٥) ف،ب : غير واردة
(١٦) ب : الباب من
(١٧) ف،ب : منعطف
(١٨) ب : و ه
(١٩) ب : د ل
(٢٠) ف : يقوم
(٢١) ب : الذي عليه د
(٢٢) ف : و
(٢٣) ف،ب : د ح
(٢٤) ف : ر
(٢٥) ف،ب : في
(٢٦) ط : جك

ونلصق طرفي القضيبين اللذين عليهما علامتي هه[٢٧] < بهـذا الحوض >[٢٨] الصاقا محكما ونعمل في حوض ه كم انبوب مثل انبوب كاس العدل عليه كمل ونعمل[٢٩] تحت بابي بج حوضين صغيرين عليهما في < ونصل بكل >[٣٠] واحد من هـذين الحوضين < انبوباً ينفذ الى >[٣١] خارج الجرة ويكون < ما خرج منهما عنها اعني الجرة هـو البزال وعليهما >[٣٢] سي فع ونركب حوضي في في الموضع الذي ينصب اليهما ما يخرج من ‖ الرطوبة ويجري في 77 R (T)
بابي بج[٣٣] اذا انفتحا . فقد تبين انا اذا صببنا المـا من راس الجرة يجري في انبـوب بز الى حوض حز[٣٤] واذا صب الشراب يجري في انبـوب ده الى حوض هو فاذا شا الانسان ان يعمل بها بين ايدي الناس < فليمزج الشراب مع المـا بين >[٣٥] ايديهم ثم[٣٦] يصبه من راس الجرة فيجري في انبوب جط الى حوض كم فيثقل حوض كم ويستقـل وينفتـح بابي بج فيجري من بزال س المـا ومن بزال ع الشراب وذلك ما اردنا ان نبين < فافهم ما وصفنـا لك >[٣٧] . [٣٨]

---

(٢٧) ط : غير واضحة ف : م ه

(٢٨) ف،ب : غير واردة

(٢٩) ف،ب : غير واردة

(٣٠) ب : غير واردة

(٣١) ط : انبوبا الى

(٣٢) ف،ب : ما يخرج منهما عن الجرة هما البزالان وعليهما

(٣٣) ف : م ج

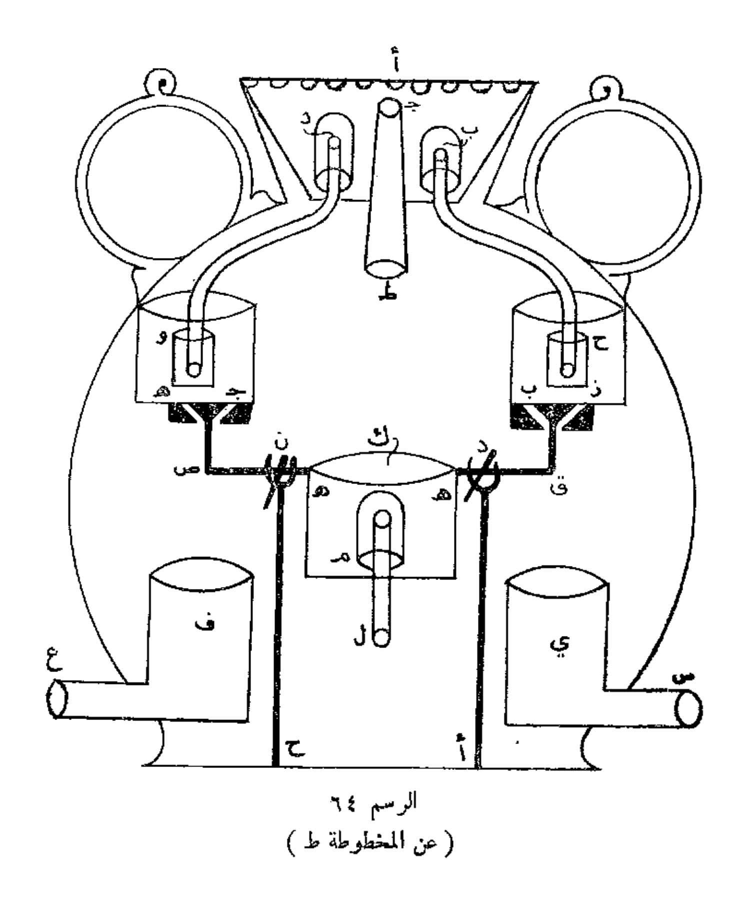
(٣٤) ب : ه و

(٣٥) ط : < فليمزج شراب ما بين >

(٣٦) ب : هم

(٣٧) ف،ب : غير واردة

(٣٨) ف : وردت حاشية غير واضحة لعطارد بسبب طمس بعض كلماتها



الرسم ٦٤
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

وردت في نهاية هذا الشكل في المخطوطة ف حاشية لعطارد . والحاشية غير واضحة لان قسماً منها محذوف . وتبدآ الحاشية هكذا : « قال عطارد انه يحتاج قصبتي ... » وتنتهى بعبارة « وانفتح بابا بَ جَ حسب ما رأيت في الصورة .. » . والمعنى الذي يقصـــده عطارد غير واضح وربما يريد ان يضيف ثقلاً عند كل من النقطتين قَ ، صَ لكي يضمن سهولة الحركة عندما يرتفـــع الحوض مَ هَ وينخفض . ولكن هـــذا امر غـــير ضروري كما يتضح من الرسم .

77 R (T)

الشكل الخامس والستون (سه)

< صنعة اخرى لجرة تفعل هذا الفعل >[١] وايضا فانا نبين ببرهان اخر كيف نعمل جرة تفعل هذا الفعل وتكون صغيرة . ويمكن الانسان ان يقلبها ويحركها فلا يخرج منها[٢] الما والشراب ولا يسمع لها صوت ايضا ولا يحس احد ان فيها شي[٣] وهــذه اعجب من التي[٤] قبلها . فنعمل جرة على راسها علامة آ وعلى بزالها علامة كَ ونلصق على راسها صفيحة مغربلة عليها علامة آ ونلصق تحت ‖ راسها قمع عليه اَبَ كما عملنا في غير شكل ونعمل 77 V (T)
تحت هذا القمع قمع اخر عليه جَدَ ونعلق راس القمع الاسفل باسفل القمع الفوق بمحور لكي يمكن ان يدور < القمع الاسفل >[٥] يمنـة ويـسرة اذا مُيِّلَت الجرة ونعمل في احد جانبي الجرة < حوض مطبق عليه >[٦] علامتي وَي ونثقب فيـه ثلاثـة ثقب عليها زَ هَيَ ونلصق[٧] عـلى جميعها ابـواب مطحونة يكون انفتاحها الى داخل الحوض ونعلق < الذكرين من >[٨] بابي زَ هَ بسلسلتين ويكون طرفي السلسلتين < الاولين معلقين >[٩] بالجـرة في موضعي طَحَ ويكون في وسط كل سلسلة ثقـل[١٠] في موضعي لَمَ لكي اذا

---

(١) ط : تنقص هذه العبارة
(٢) ط : تزيد < اذا صب فيها >
(٣) ف،ب : شيء البته
(٤) ف،ب : الذي
(٥) ب : غير واردة
(٦) ف،ب : حوضا مطبقا فيه
(٧) ف،ب : ويغلق
(٨) ف،ب : غير واردة
(٩) ف : الاخرين معلقا ب : الاخرين مغلقين
(١٠) ب : هل

اميلت الجرة مال ثقلي لم فانطبق بابي ز ه واذا وضعت الجرة اعتدل < الثقلين فانفتح >(١١) البابان . ونعمل في الناحية الاخرى من الجرة < حوض اخر مطبق >(١٢) عليه يو ويكون فيه ابواب مثل ابواب الحوض < الاول ونعلق الذكرين من البابين >(١٣) بسلسلتين كما فعلنا بالحوض الاخر . ونلصق بالبابين اللذين في اسفل الحوضين وهما اللذين عند علامة ي(١٤) قضيبين ينحدران ثم ينعطفان على زوايا قايمة وعليهما علامتي له ونقيم < تحت قضيبي له قضيبي بش >(١٥) ويعلقان في < الوسط منهما بمحوري >(١٦) ش ونعمل حوض مه ونركبه في الموضع الذي اذا(١٧) وضعت الجرة ولم تميل وصب فيها الما ينصب الما من القمع اليه ونلصق الحوض < مع طرفي >(١٨) القضيبين عند علامتي ه(١٩) ونثقب في هذا الحوض < في الوسط من اسفله ثقبا وعليه ن ونعمل فيه انبوب >(٢٠) كاس العدل وعليه منح ونعمل تحت بابي ي(٢١) حوضي ط ونخرج من حوضي ط انبوبي طك ليكون(٢٢) الما والشراب اذا انصب من بابي ي يسيل الى حوضي ط فاذا(٢٣) اراد الانسان ان يعمل بها فينبغي ان يميلها الى احد الجانبين ثم يصب الشراب ثم يميلها الى < الجانب الاخر >(٢٤) ويصب الما حتى يمتلى < احد الحوضين

---

(١١) ف،ب : الثقلان وانفتح
(١٢) ف،ب : حوضا مطبقا
(١٣) ف،ب : الاخر ونعلق الباب
(١٤) ب : غير واردة
(١٥) ف : تحت وسط قضيبي له قضيبين عليهما لس — ب : تحت وسط قضيبي عليهما ب س
(١٦) ف : الوسط بمحوري — ب : الوسط بمحور
(١٧) ف،ب : غير واردة
(١٨) ب : في
(١٩) ف،ب : ر
(٢٠) ف،ب : ثقب آ ويعمل فيه انبوبا مثل انبوب
(٢١) ف : غير واردة
(٢٢) ف،ب : ويكون
(٢٣) ف،ب : فان
(٢٤) ف،ب : الناحية الاخرى

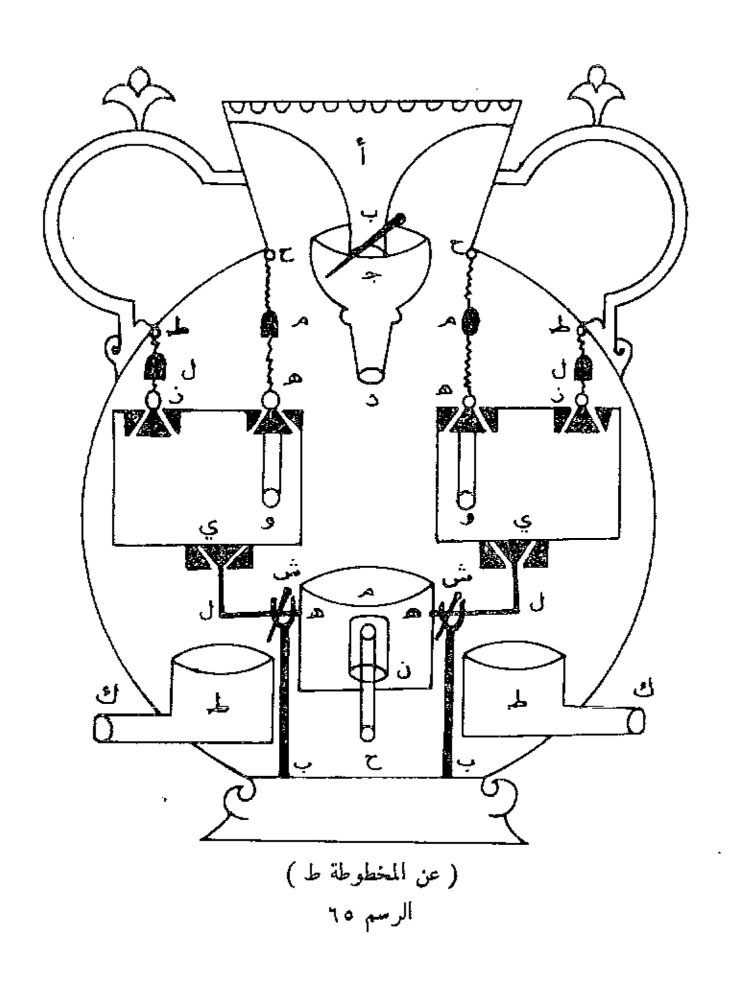
شراباً والآخر ما >(٢٥) لانهما يجريان(٢٦) الى الحوضين في انبوبي هو ويخرج ‖
الهــوى من بابي زَ فاذا امتليا وحركها انسان فليس < يسمع انسان للشراب 78 R (T)
والما صوت >(٢٧) فيخــيل < الى الانسان انه >(٢٨) ليس في الجرة شي من
الرطوبات وان اقلبها لم يخرج منها شي البته فمتى مزج الانسان < شــراب
وما >(٢٩) ثم صبه من راس الجرة ينصب الى حوض مه فاذا ثقل الحوض
من اجتماع المــا فيه اســتقل وانفتح بابي يَ(٣٠) فيجري من احد البزالين
شراب < ومن الاخر >(٣١) ما ويخيل الى من يرى ذلك انه(٣٢) قــد انفصل
الشراب من الما وذلك ما اردنا ان نبين . وينبغي(٣٣) ان يطرح في الجــرة
بندقة حــديد(٣٤) لكي اذا حركت يعلوا صوت < البندقة على صوت >(٣٥)
الما والشراب ان < هي حركت >(٣٦) . (٣٨)

[نجد في نهاية الشكل ٦٥ على الصفحة 47 R من المخطوطة ف هذه الحاشية] :

قال عطارد : يجوز ان نعلق القمع الاسفل من الاعلى بسلسلة وان نجعل تحت بابي زَ .. انبوب او قمع فانه يمنع خروج الما من الجرة ان اقلبت .

---

(٢٥) ط : < الحوضين شراب وما >
(٢٦) ب : لا يجريان
(٢٧) ف،ب : يسمع للما والشراب صوتا
(٢٨) ف : للانسان ان — ب : الانسان
(٢٩) ف : شرابا وما — ب : شرابا
(٣٠) ب : ع د
(٣١) ف : ومن البزال الاخر
(٣٢) ب : غير واردة
(٣٣) ف،ب : وقد ينبغي
(٣٤) ب : حديدة
(٣٥) ب : غير واردة
(٣٦) ف،ب : هو تحرك
(٣٧) ف : قد تم العمل فافهم ذلك — ب : وقد تم العمل وافهم ذلك والسلام



(عن المخطوطة ط)
الرسم ٦٥

ملاحظـــات :

(١) ليست الانابيب وَ ضرورية (بالرغم من حاشية عطارد) .

(٢) مع ذلك فان الانبوب الواحد يجب ان لا يثبت على ذكر الصمام . كما ان الانبوبين يجب ان يثبتا على الصمامين زَ وليس على الصمامين هَ (انظر هيل وكذلك هاوسر) .

الشكل السادس والستون[1] (سو)

نريد ان نبين ايضا[2] كيف نعمل جرة لها بزالين مغلقين يصب فيها الشراب والما من راسها < واحد بعد الاخر فاذا >[3] فتح البزالين يجري من احدهما شراب ومن الاخر ما فاذا سد الانسان احد البزالين باصبعه انقطع اللون الاخر من البزال الاخر وجرى فيه اللون الذي سد بزاله فان نحى يده عن البزال المسدود عاد الامر كما كان اولا يجري وان اعيد سد احد[4] البزالين ايضا عاد الفعل وكذلك لا يزال الفعل[5] وهذا العمل الذي نتكلم فيه ونمثله على ان يعمل في الجرة قد يجوز ان يعمله الانسان في جميع الاواني ويجوز ان يعمل في الحمامات في البزالين اللذين يخرج منهما الما[6] الحار والبارد .

فنبدا فنعمل[7] مثال الجرة التي[8] على راسها علامة بَ ونلصق على راسها صفيحة مغربلة كما فعلنا في غير موضع ونعمل ايضا تحت هذا الغربال قمع عليه بآ وينعطف طرف القمع على زاوية قايمة على مثال ما صورنا وكما < عملنا ومثلنا من قبل >[9] ونعمل تحت طرف[10] القمع < حوضين

---

(١) ف تبتدىء هكذا : هذا الكتاب الرابع من كتاب ابي الحسن احمد بن موسى المنجم رحمه الله في الحيل للعفريت الفيلسوف احمد بن حياة امها . بسم الله الرحمن الرحيم .

(٢) ف،ب : غير واردة

(٣) ف : واحدا بعد الاخر فاذا   ب : واحدا بعد الاخرى اذا

(٤) ب : غير واردة

(٥) ف،ب : غير واردة

(٦) ف،ب : غير واردة

(٧) ب : بعمل

(٨) ف،ب : الذي

(٩) ف،ب : عملنا من قبل ومثلنا

(١٠) ف : طرفي

عليهما >(١١) ط ك ونركبهما في الموضع الذي اذا صب في قمع با رطوبة قليلا قليلا تجري الى حوض ط فاذا صبت الرطوبة صب قوي بكثرة تجري في حوض ك ولو اردنا ان(١٢) نعمل مكان القمع انبوبين يجري احدهما الى حوض ط ويكون اذا جرت(١٣) فيه الرطوبة مرة ثم قطعت عنه واعيدت ثانية(١٤) لم يقبلها كما وصفنا في غير موضع ويكون الانبوب الاخر يجري في(١٥) حوض ك فعلنا ذلك . ونرجع الى(١٦) ما كنا فيه من المثال ونثقب في حوضي ط ك ثقبين عليهما لم ونلصق عليهما بابين يكون انفتاحهما الى اسفل ونعمل تحت بابي لم حوضي جد لتكون الرطوبات(١٧) اذا جرت في بابي لم انصبت الى حوضي جد ونقيم في وسط كل واحد منهما < انبوب صغير دقيق وعليهما >(١٨) ز ه ونركب تحت حوضي جد حوضين اوسع منهما ||
< عليهما ا ب >(١٩) ونخرج < من كل واحد منهما انبوبا ينفذ الى خارج 79 R (T)
الجرة ويكون ما يخرج منه عن الجرة هو البزال وعليهما ا ط ب ك >(٢٠) ونعمل فيهما دبتين عليهما ش س ونخرج من كل واحدة من الدبتين قضيب يكون احد طرفيه ملصق بسطح الدبة الاعلى والطرف الآخر ملصق باسفل الذكر من البابين وليكن هذين القضيبين داخلين في انبوبي ز ه على مثال ما صورنا وهذين الانبوبين يمنعان(٢١) ايضا القضيبين < والدبتين من الاضطراب وعليهما >(٢٢) سل شم . ونثقب في الفصل المشترك الحاجز بين

(١١) ف،ب : حوضي
(١٢) ب : غير واردة
(١٣) ب : صبرت
(١٤) ب : غير واردة
(١٥) ف،ب : الى
(١٦) ف،ب : غير واردة
(١٧) ف،ب : الرطوبة
(١٨) ف : انبوبا صغيرا دقيقا عليهما — ب : انبوبا صغيرا عليه
(١٩) ف،ب : عليهما علامتي ا ب
(٢٠) ف : من اسفلهما البزالين وعليهما ا ط بك — ب : من اسفلهما البزالان وعليهما لط بك
(٢١) ب : ضيقان
(٢٢) ب : في الدبتين من وعليهما

حوضي ا ب(٢٣) ثقب عليه علامة(٢٤) ص ويكون موضعه قريب الوسط في الحوض او اسفل من ذلك . وجملة الامر في ذلك انه ينبغي ان يصير موضع هذا الثقب هو الموضع المحاذي لسطح الدبة الاعلى ارفع ما تكون الدبة وهو عند انطباق < بابي لم >(٢٥) ونخرج من اسفل حوض ج انبوب جح < يصب الى حوض ا >(٢٦) وكذلك نخرج من اسفل(٢٧) حوض د انبوب دو(٢٨) يصب الى حوض ب ليكون كل شي ينصب من حوض ك ويجري في باب م < وينصب الى حوض د >(٢٩) ويجري في انبوب دو الى حوض ب وكذلك كل شي ينصب من حوض ط ويجري في باب ل الى حوض ج يجري في انبوب جح الى حوض ا وليكن انبوبي جح دو واسعين لكي < اذا جرت >(٣٠) الرطوبة الى حوضي ج د لا ترتفع فيهما فيفيضان .

فاقول انا قد فرغنا من المثال وعملنا كل شي نحتاج الى(٣١) عمله لما قدمنا ذكره وسنوضح برهان ذلك . فنبدأ فنصب الشراب من راس الجرة قليل قليل برفق فيجري الى حوض ط ثم نصب من بعد ذلك الما صبا قوى بكثرة فيجري الى حوض ك فاذا فتح البزالين يجري من بزال ك الما ومن بزال ط الشراب فاذا سد بزال ك يجتمع الما في حوض ب فترتفع دبة س فيطبق باب ل وينقطع الشراب من بزال ط(٣٢) ويجري الما الذي ينصب الى حوض ب الى حوض ا من ثقب ص(٣٣) ويجري في بزال ط الما فان نحى

---

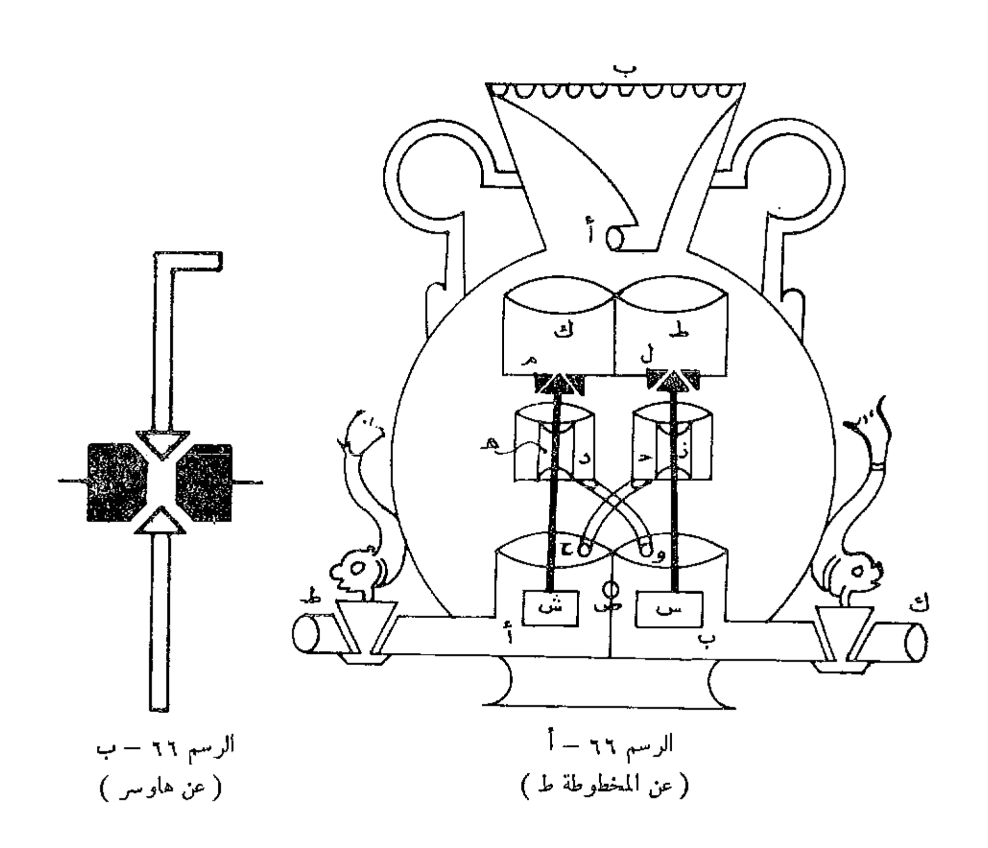
(٢٣) ب : ال
(٢٤) ف،ب : غير واردة
(٢٥) ف،ب : الباب
(٢٦) ب : الى حوض
(٢٧) ف،ب : غير واردة
(٢٨) ب : لك
(٢٩) ب : ينصب الى حوض
(٣٠) ب : اذا صب جرت
(٣١) ب : اليه
(٣٢) ط : باب
(٣٣) ب : م

الانسان يده عن بزال كه يجري الما ‖ المجتمع في حوض ب من بزال بك[٣٤] 79 V (T)
وتستقل دبة س وينفتح باب ل ويعود الشراب يجري الى حوض آ ويجري[٣٥] من بزال ا ط[٣٦] وكذلك ايضا ان سد بزال ا ط[٣٨] يجتمع الما في حوض آ وترتفع دبة ش وينطبق باب م وينقطع سيلان الما منه وخروجه من بزال كب ويجري الشراب من حوض آ الى حوض ب من ثقب ص ويجري من بزال كب فاذا فتح بزال ا ط ايضا عاد الشراب يجري منه ويجري الما من بزال < بلك كما كان >[٣٨] اولا وكذلك لا يزال وذلك ما اردنا ان نبين . وان اردنا ان < يكون بزالا >[٣٩] الجرة مفتوحين ابدا فاذا صب الانسان الشراب والما وقطع صب اللون[٤٠] الاخير يبتدي البزالين فيخرج من احدهما الشراب ومن الاخر ما فاذا سد احدهما انقطع الاخر < وجرى فيه اللون الذي كان يجري من البزال المسدود >[٤١] على ما وصفنا فانا نعمل حوض صغير فيه دبة وفي الدبة[٤٢] قضيبين < ملتصقين بالدبة وطرفهما الاخرين ينعطفان حتى يصيران >[٤٣] الى ثقبي لم < ونعمل عند >[٤٤] ثقبي لم بابين اخرين والذكرين منهما[٤٥] ملتصقين < بطرفي القضيب >[٤٦] لكي اذا صب اللون الثاني بقوة يجري الى الحوض الذي فيه

---

(٣٤) ب : ل ك
(٣٥) ف،ب : ويخرج
(٣٦) ب : ط
(٣٧) ب : ط
(٣٨) ف : ل كما كان — ب : بط كما عملنا
(٣٩) ط : لا يكون بزالي
(٤٠) ب : غير واردة
(٤١) ف : وجرى فيه اللون المسدود — ب : وجرى اللون المسدود
(٤٢) ف : وبالدبة — ب : وعلى الدبتين
(٤٣) ف،ب : ملتصقين يكون طرف كل قضيب ملتصقا بالدبة وطرفه الاخر ينعطف حتى يصير
(٤٤) ف،ب : ويكون على
(٤٥) ف،ب : غير واردة
(٤٦) ب : بالقضيب

الدبة فاذا قطع[٤٧] الصب ارتفعت الدبة وانفتح البابان[٤٨] وخرج[٤٩] الشراب والما من البزالين . وقد يستقيم ان نعمل هذا العمل في الحمامات في بزالي[٥٠] الحار والبارد حتى اذا سد احد البزالين || انقطع الاخر وجرى فيه **80 R (T)**
< ما كان يجري من >[٥١] المسدود . [٥٢]



الرسم ٦٦ — أ
(عن المخطوطة ط)

الرسم ٦٦ — ب
(عن هاوسر)

(٤٧) ب : وقع
(٤٨) ف : البابين ب : الباب
(٤٩) ف : وجرى
(٥٠) ب : بزال
(٥١) ب : غير واردة
(٥٢) ف : تزيد < ان شا الله > ب : تزيد < ان شا الله تعالى >

ملاحظـــات :

(١) حتّى يقـــوم الانبوبان زَ هَ بوظيفة الدليل لكل من القضيبين فمن المفروض ان يكونا اضيق مما هو مبين في الرسم .

(٢) في القسم الاخير من النص اقترح المؤلف طريقة اخرى يكون فيها البزالان مفتوحين . ومن اجل ذلك اقترح استخدام حوض صغير فيه دبة . ومثل هذا الحوض الصغير يمكن ان يركب فوق الحوض كَ بطريقة شرحت مراراً في الاشكال السابقة . وتحمل الدبـــة الكائنه داخل الحوض الصغير حوضاً فوقها مثقوباً من اسفله ويلتقى عند الدبة قضيبان منعطفان نحو الاسفل يحمل كل منهما ذكر باب مطحون ويفتح كل منهما نحو الأعلى. ويركب البابان هذان فوق البابين لَ مَ مباشرة كما هو مبين في الرسم التوضيحي ٦٦ — ب بالنسبة لاحدهما .

الشكل السابع والستون (سز)

< صنعة اخرى لهذه الجرة >[١] ، ولهـذه الجرة صنعة اخرى نحن واصفوها فنعمل لذلك مثال جرة على راسها علامة ع ونغطي على راسها صفيحة مغربلة كما عملنا في غير موضع < عليها ع >[٢] ونلصق تحت الصفيحة قمع منعطف الطرف كما فعلنا < ذلك غير >[٣] مرة في عدة اشكال < عليه عط >[٤] ونعمل في الجرة حوضين مطبقين < عليهما قط >[٥] وليكن سطحي الحوضين الاعليين متقعرين[٦] < الى اسفل >[٧] على مثال ما صورنا لكي اذا انصب على سطحها رطوبة تجتمع الى الوسط الى ناحيتي علامتي لك ونخرج من علامتي لك في حوضي[٨] قط انبوبي كج ونخرج في جوف انبوبي كج < انبوبين ينفذان من اسفلهما[٩] أو قريب من اسفلهما وينتهيان الى قريب من اعلى الحوضين ويعطفان >[١٠] وينفذان انبوبي كج الى حوضي قط وعليهما جب ونعمل في حوضي قط < بابين مطحونين عليهما ست ويكون انفتاحهما الى فوق جميعا ونعمل في حوضي قط انبوبين ينفذان من فوق الى اسفل وعليهما ما >[١١] ونلصق حوضي قط

---

(١) ط : غير واردة

(٢) ف،ب : غير واردة

(٣) ف،ب : ذلك في غير

(٤) ف،ب : غير واردة

(٥) ف،ب : عليهما علامتي قط

(٦) ف : متقعر

(٧) ط : غير واردة

(٨) ف،ب : حوض

(٩) ط : تنقص < اسفلهما أو >

(١٠) ف،ب : < من اسفلهما او قريبا من الاسفل انبوبين ينتهيان الى قريب من اعلى الحوض >

(١١) ف،ب : < انبوبين ينفذان الى الحوضين الى سطح الحوضين الاعليين والاسفلين وعليهما علامتي ام ونعمل في اسفل حوضي قط بابين مطحونين عليهما لم ويكون انفتاحهما الى اسفل جميعاً >

احدهما بالآخر ونركبهما في الجرة في موضع اذا ما(١٢) صب الما برفـــق يسيل الى حوض قَ فاذا صب بكثرة يجـــري الى حوض طَ ونركب فـــوق حوض < طَ حوض عليه لَ صغـــير >(١٣) ويكون في داخـــله دبة عليهـــا هَ(١٤) وفوق الدبة حوض مركب عليها(١٥) في اســـفله ثقب عليه(١٦) نَ ونلصق بأعلى حوض نَ قضيبين ينعطفان ويدخـــلان في انبوبي مَا ونلصق طـــرفي القضيبين مـــع بابي ستَ(١٧) < لكي اذا ارتفعت دبة هَ انفتح بابي ستَ >(١٨) واذا استقلت انطبق البابين ونعمـــل تحت بابي ستَ حوضين صغيرين(١٩) عليهما يوَ حيَ ونركبهما في الموضـــع الذي اذا جرت الرطوبة < من حوضي قَ طَ في بابي ستَ يكون انصبابهما الى حوضي وَيَ يحَ ويخـــرج >(٢٠) مـــن حوضي يوَ حيَ < في بزال >(٢١) فيَ يصَ على مثال ما صورنا .

ولو اردنا ان نصير البزالين في جهة واحدة فعلنا ذلك وكذلك ايضا < قد كان يمكننا >(٢٢) في جميع ما عملنا قبـــل مما صيرنا منها(٢٣) بزالها في جانبين ان نصيرهما في جانب واحد || ونصل فيما بين(٢٤) حوضي يوَ حيَ 80 V (T)

---

(١٢) ف،ب : غير واردة
(١٣) ف : طَ حوضا صغيرا عليه لَ — ب : آ حوضا صغيرا عليه لَ
(١٤) ب : قَ
(١٥) ف،ب : عليهما
(١٦) ب : غير واردة
(١٧) ب : تَ
(١٨) ف،ب : غير واردة
(١٩) ف،ب : غير واردة
(٢٠) ط : < من بابي ستَ خرجت >
(٢١) ف : الى
(٢٢) ب : قد تمكنا
(٢٣) ف،ب : غير واردة
(٢٤) ب : نجد هنا اضطراباً وانقطاعاً في النص ويصبح بقية النص تابعاً للشكل ٥٦ . ونجد أن الصفحة ٨٩ أ من المخطوطة ب متماثله مع الصفحة R 49 في هذا الاضطراب والتداخل مما يؤكد أنهما منقولتان عن اصل واحد او ان احداهما منقولة عن الثانية

بانبوب عليه شن وليكن نافـذ اليهما جميعا ويكون في الوسط او ارفـع من الوسط قليلا ونخرج من حوض ق من اعلاه من موضع د انبوب ينفـذه وينتهي الى حوض حي ويدخل فيه وعليه[٢٥] دح وليكن طرفه الذي عليه ح اسفل من طرف انبوب شن النافذ الى حوض حي ونخرج ايضا من حوض ط من اعلاه من نقطة د انبوب ينفـذ حوض ط وينتهي الى حوض وي ويدخل فيه وعليه دو وليكن طرفه الذي عليه و اسفل من طرف الانبوب الذي عليه[٢٦] شن الذي ينفذ الى حوض[٢٧] وي .

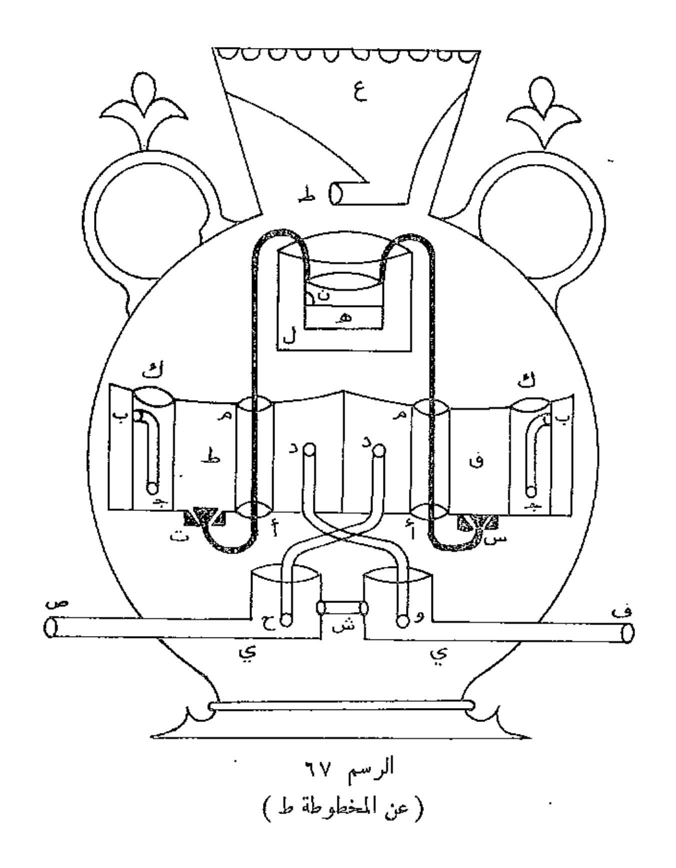
فقد تبين اذ قد فرغنا من المثال انا اذا صببنا الما من راس الجرة برفق يجري في قمع عط ويسيل إلى سطح حوض ق الاعلى ويجري الى[٢٨] انبوب كجه < ويخرج من انبـوب جب ويسيل الى حوض ق >[٢٩] < ويجتمع الما في حوض ق >[٣٠] ويخرج الهوا في انبوب دح فاذا قطع صب الما وصب الشراب من راس الجرة < بكثرة وقوة >[٣١] يجري الى حوض ن ويسيل من حوض ن من الثقب الذي في اسفله الى حوض ل الاعلى[٣٢] < ويفيض حوض ل على سطح حوض ط الاعلى >[٣٣] ويجري ايضـا الى حوض ط ويخرج الهوى منه في انبوب دو فمتى قطع صب الشراب تفرغ ما في حوض ن من الثقب < الذي فيه الى حوض ل >[٣٤] وترتفع دبة ه فينفتح بابي ست

(٢٥) ف : وعليه علامتي
(٢٦) ف : على
(٢٧) ف : حوضي
(٢٨) ف : في
(٢٩) ف : ويسيل الى حوض ق في انبوب جب
(٣٠) ط : غير واردة
(٣١) ف : بقوة وكثرة
(٣٢) ف : تنقص < الاعلى >
(٣٣) ط : تنقص هذه العبارة
(٣٤) ف : غير واردة

< ويقبل الما >[٣٥] يسيل من حوض ق < في باب س الى حوض وي >[٣٦] ويجري في بزال ق ويسيل الشراب من حوض ط < في باب ت >[٣٧] الى حوض حي ويجري في بزال يص فمتى سد بزال يف يجتمع الما في حوض وي فاذا < بلغ الى >[٣٨] طرف الانبوب الذي عليه و الما ينقطع الهوى الذي كان يدخل الى حوض ط مكان الشراب الذي كان يخرج منه فيبقى الشراب لا يخرج من حوض ط فينقطع الشراب من بزال يص واذا بلغ الما الى انبوب ش يجري من حوض يو الصغير في انبوب ش الى حوض حي ||
ويجري في بزال يص فيكون قد انقطع الشراب من موضعه وجرى فيه الما 81 R (T)
فان فتح بزال يف عاد الما يجري منه وانكشف[٣٩] طرف الانبوب الذي عليه و ويدخل الهوى الى حوض ط ويجري الشراب ويسيل من بزال يص كما كان < في الاول >[٤٠] < وكذلك ان سددنا بزال يص >[٤١] وهو < الذي يجري >[٤٢] منه الشراب ينقطع[٤٣] الما عن بزال يف ويجري فيه الشراب وكذلك لا يزال الامر ما دام < الشراب والما >[٤٤] في الجرة وذلك ما اردنا ان نبين < فافهم ذلك >[٤٥] .

---

(٣٥) ف : غير واردة
(٣٦) ف : غير واردة
(٣٧) ف : غير واردة
(٣٨) ف : بلغ الما الى
(٣٩) ف : وينكشف
(٤٠) ف : اولا
(٤١) ف : غير واردة
(٤٢) ف : الذي كان يجري
(٤٣) ف : ثم ينقطع
(٤٤) ف : الما والشراب
(٤٥) ف : غير واردة



الرسم ٦٧
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

(١) هناك عدة ملاحظات تتعلق بدقة الرسم اهمها :
أ ــ يجب ان يكون الطرف ط للقمع بعيداً اكثر الى اليمين .
ب ــ يجب ان يكون الحوض الصغير ل الذي يشتمل على الدبة ه بعيداً اكثر الى الشمال .
جـ ــ يجب ان تكون النهايتان د للانبوبين د و د ح أعلى مما هو مبين حتى يمكن امتـــلاء الحوضين ط ق الى اكبر حد ممكن .
د ــ البابان المطحونان س ت يجب ان يكونا فـــوق مركزي الحوضين ى و ى ح على التوالي .

(٢) عندما يخرج السـائل من البابين المطحونين ت س لا يجوز ان يدخل اي هـــواء الى الحوضين ط ق من خلالهما . لذلك يجب ان تكون فتحة كل من البابين ضيقة جـــداً ولكن هذا يعيق عملية التفريغ ويؤثر على النتيجة المطلوبة . ويمكن ان تحل المشـــكلة باضافة سيفونين متمركزين فوق البابين كما هو الحال في الشكل ٥٩ ولكن النص لم يشر الى هذا الحل وكذلك الرسم .

49 V(V)

الشكل الثامن والستون (سح)

وسنبين عمل هذه الجرة بصنعة اخرى هي[1] صنعة جرة اخرى تصنع مثل هـــذا الفعل الذي وصفنا غير انه ينبغي ان يصب في هـــذه الجرة من الشراب والما[2] بمقدار واحد اي مقدار كان . فنعمل لذلك مثال جرة على راسها علامة كَ ونلصق عليها صفيحة مغربلة ونعمل تحت الصفيحة قمعا كما عملنا في غير شكل على طرفه[3] علامة سَ . ونعمل حوضين متساويين ‖ في 51 R(V)
الطول والعرض والسمك عليهما دَهَ ونثقب في اســفلهما ثقبي دَهَ < ونلصق بهما بابين مطحونين >[4] ويكون انفتاحهما[5] الى فوق . ونلصق تحت كل باب شبيها بقمع صغير[6] منعطف الراس على مثال ما صورنا وعليهما دَ اَ بَهَ وليكونا متساويين وليكن بابي دَهَ متساويين < في السعة لكي يكون خروج الشـــراب والما من الحوضين في الزمان الواحد متساويين >[7] . ونعمـــل حوضين صغيرين فوق حوض هَ[8] عليهما من ونخرج من اسفل حوض مَ[9] الى اعـــلا < حوض نَ >[10] انبوبا عليه مَنَ ونركبهما في الموضع < الذي يصير فيـــه حوض مَ في الموضع >[11] الذي اذا انصبت الرطوبة في قمـــع

(١) ب : غير واردة
(٢) ب : او الما
(٣) ب : طرف
(٤) ف،ب : لا بد ان هنا نصاً ناقصاً وقد اضفنا هذه العبارة لكي يستقيم النص (المحقق)
(٥) ب : انفتاحه
(٦) ب : غير واردة
(٧) ب : غير واردة
(٨) ب : دَهَ
(٩) ب : مَرَ
(١٠) ب : < حوض مَرَ > ف : < حوض > والأصح : < حوض نَ >
(١١) ب : غير واردة

ك س بقوة تجري الى حوض م . ونركب تحت وسط انبوب م ن[١٢] قضيبا قايماً عليه ج ح وليكن طرفه الذي عليه ح ملصقا باسفل حوض ه وطرفه الذي عليه ج ثابتا مع وسط انبوب م ن بمحور عليه ج لكي اذا استقل حوض < ن ارتفع حوض م واذا ارتفع حوض ن استقل حوض م >[١٣] على مثال ما قد صورنا . ونلصق قضيبين < على الذكرين من >[١٤] بابي د ه عليهما د ش ه ش ونلصق طرفهما الذي عليه[١٥] ش باسفل حوض م لكي اذا ثقل[١٦] حوض ن[١٧] واستقل يرتفع حوض م ويرتفع بارتفاعه القضيب فيفتح بابي د ه[١٨] . ونعمل تحت القمع الذي عليه[١٩] د ا حوضين صغيرين احدهما مقرون بالاخر على مثال ما صورنا وعليهما و ط[٢٠] ونركبهما في الموضع الذي اذا جرى الما من قمع د ا بقوة < وكثرة يسيل >[٢١] الى حوض ط فاذا جرى برفق يسيل الى حوض و . ونخرج من < حوضي و ط بزالي و ع ط ف >[٢٢] . ونركب ايضا تحت قمع ه ب < حوضي ي ل ويكون >[٢٣] بعد فصلهما المشترك وهو الحاجز بينهما من طرف قمع ه ب الذي عليه ب مثل بعد الفصل المشترك بين[٢٤] حوضي و ط من طرف القمع الذي عليه ا لكي اذا انصبت الرطوبة < من قمع ه ب بقوة

(١٢) ب : م ب

(١٣) ب : م ارتفع حوض ر

(١٤) ب : بالذكرين عن

(١٥) ب : عليهما

(١٦) بداية النص من المخطوطة ط (الصفحة 61 R من هذه المخطوطة)

(١٧) ب : ز م ط : ن ف : ز رجحنا الحرف ن بسبب وروده على رسم المخطوطه ط متلازماً مع الحرف م

(١٨) ف : تزيد عبارة < وثقبيهما حينئذ > وهو تصحيف وربما كان المقصود < ويفتحهما حينئذ > .

(١٩) ب : غير واردة

(٢٠) ب : ه ط

(٢١) ب : وكثر

(٢٢) ب : حوض و ط بزال و ع طف

(٢٣) ب : < حوض ب ل وليكن > ف : < حوضى ب ل وليكون >

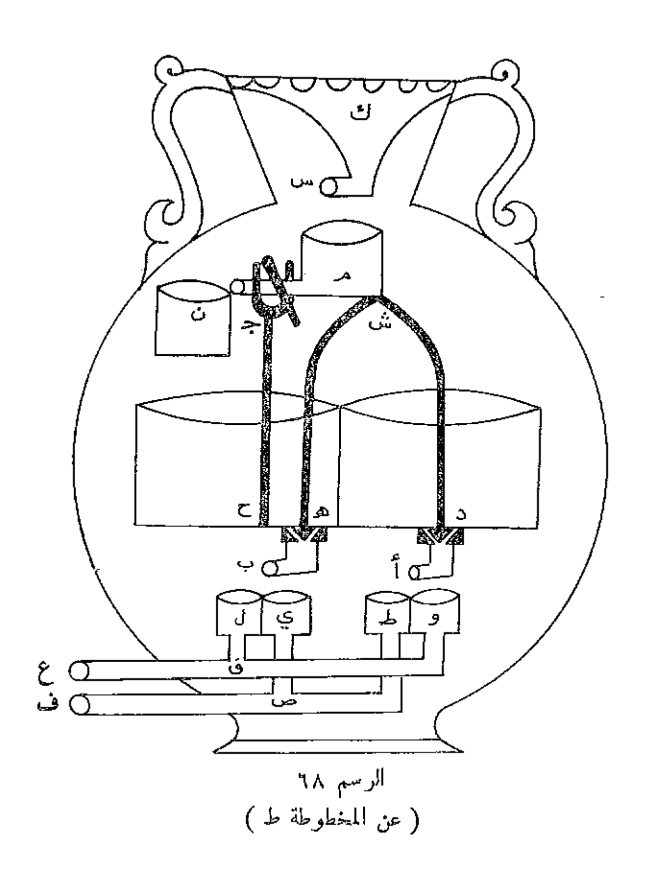
(٢٤) ب : من

وكثرة >(٢٥) تجري الى حوض لَ واذا جرت الرطوبة برفق تسيل الى حوض يَ . ونخرج من حوضي يلَ(٢٦) الى بزالي وعَ طفَ انبوبي يصَ لقَ(٢٧) .

فقد تبين مما وصفنا ومثلنا انا اذا صببنا الشراب برفق من راس الجرة يجرى الى حوض(٢٨) دَ ونصبه باي قدر شينا بعد ان لا يكون اكبر(٢٩) من مقدار حوض دَ . ثم نصب ايضا بمقدار الشراب ما صبا بكثرة وقوة فيسيل الى حوض مَ ويجري من حوض مَ في انبـوب م ج نَ(٣٠) الى حوض نَ فاذا تم المقدار وانقطع صب الما يتفرغ كل الما الذي في حوض مَ(٣١) الى حوض نَ ويثقل الجانب(٣٢) الذي فيه حوض نَ فيستقل ويرتفع حوض مَ وينفتـح بابي د هَ ويخرج(٣٣) الشـراب والما(٣٤) بكثرة وقـوة من قمعي د اَ هبَ الى حوضي(٣٥) ط لَ ويجري الشـراب في بزال طفَ والما في بزال لقعَ(٣٦) فاذا انقص الشـراب والمـا < في حـوضي >(٣٧) د هَ يصـب قمعي د اَ هبَ في وقت واحد الى حوضي يوَ فيجري الشراب في انبوب < وقعَ الذي كان يجري منه الشراب ويجرى الما في انبوب يصفَ وهو البزال الذي كان يجرى منه الما >(٣٨) فيكون قد ابتدلا(٣٩) وجرى في < بزال الما >(٤٠) شـراب وفي بزال الشراب ما وذلك ما اردنا ان نبين .

---

(٢٥) ط : < بكثرة من قمع هبَ >
(٢٦) ف : بلكَ
(٢٧) ف : لصَ لوَ ط : يصَ لوَ والأصح : يصَ لقَ
(٢٨) ف : تنقص كلمة < حوض >
(٢٩) ب : اكثر
(٣٠) ط : منَ ف : م ح زَ والأصح : م ج نَ
(٣١) ب : و
(٣٢) ف : للجانب
(٣٣) ط : ويجري
(٣٤) ط،ف : اضيفت كلمة < والما > لكي يستقيم النص (المحقق)
(٣٥) ف : حوض
(٣٦) ب : م عَ
(٣٧) ب : من حوض
(٣٨) ب : انبوبي يص فَ ف : < يصَ فَ والما في انبوب وعَ >
(٣٩) ب : ابتلا ط : تبدل
(٤٠) ب : بزال اَ الما



الرسم ٦٨
(عن المخطوطة ط)

ملاحظــات :

(١) نجد هنا ايضاً ان فتحة القمع سَ يجب ان تكون أبعد الى اليمين .

(٢) يجب ان يكون الحوض مَ ابعد الى الشمال .

(٣) في النص شــرح كاف لتوضيح الهدف من القمعين هـبَ داَ . ويعتقد هيل (انظر المراجع) ان هــذه هي المرة الوحيدة في المصادر العربية الاسلامية التي يرد فيها ذكر الحقيقة العلمية : وهي ان التصريف يخف كلما هبط سطح السائل .

61 V (T)

الشكل التاسع والستون (سط)

نريد ان نبين كيف نعمل جرة[١] لها بزالين مغلقين تفعل مثل فعل الجرتين اللتين قبلها ويخرج < الشراب والما >[٢] بمقدار واحد ثم يتبدل فيخرج من بزال الشراب ما ومن بزال الما شراب بذلك المقدار وكذلك لا يزال . فنعمل لذلك مثال[٣] جرة على راسها علامة طَ ونغطي راسها بصفيحة مغربلة[٤] ونعمل تحت الصفيحة قمع كما عملنا في التي قبلها وعلى طرف القمع علامة كَ ونعمل اربعة احواض متساوية ولتكن حيطانها مشتركة على مثال ما صورنا وعليها علامات[٥] جح دس او بف[٦] < على مثال ما صورنا >[٧] وليكن حوضي دس او في الموضع الذي اذا صب الشراب او بعض الرطوبات بقوة وكثرة من راس الجرة يجري الى حوض او[٨] واذا صب < بتؤدة ورفق >[٩] يجري الى حوض سد ونصل ما بين حوضي[١٠] او جح بانبوب يشترك بينهما في اعلى الحوضين وعليه جا ويخرج < من اعلى حوض >[١١] دس الى اعلى حوض < بف انبوب >[١٢] يشترك بينهما عليه[١٣] سب لكي اذا امتلا حوض دس تجري الرطوبة

---

(١) ف : جرة اخرى
(٢) ف،ب : الما والشراب
(٣) ف : مثل
(٤) ف،ب : غير واردة
(٥) ف،ب : غير واردة
(٦) ف،ب : (الحروف مضطربة)
(٧) ف،ب : غير واردة
(٨) ب : اد
(٩) ف،ب : برفق
(١٠) ب : حوض اب جح — ط : حوضين
(١١) ف،ب : ايضا في اعلا الحوض
(١٢) ف،ب : ب انبوبا
(١٣) ب : عليه علامة — ف : عليه علامتي

في انبوب سب الى حوض بف[١٤] . ونخرج من حوض فب من اسفله انبـــوب صغير عليه || وف ونلصق على طرفـه الذي عليه و باب مطحون صغير يكون 62 R (T)
انفتاحـــه الى اسفـل ونلصق الذكر منـه بسطح دبة ز الاعـــلى ونركب الدبة تحت[١٥] الباب عـلى مثـال ما صورنا لكي اذا ارتفعت الدبة انطبق باب و . ونثقب في اسفل حوض ا و ثقب[١٦] م ونخرج منه انبوب مل الى خارج الجرة ويكون ما خرج منه[١٧] عن الجرة هـو البثيون الاول[١٨] . ونخرج ايضا من اسفل حوض جح انبـــوب الى حوض دس على مثال ما صورنا وعليـــه[١٩] ح د ونلصق على طرفه الذي عليه د باب مطحون على مثـال ما صورنا يكون انفتاحه ايضا الى اسفل . ونلصق الذكر منـه < بدبة عليها هـ على سطحهـــا الاعلى >[٢٠] لكي اذا ارتفعت الدبة سدت باب د . ونخرج من اسفل حوض سد < من علامـــة ع انبوب >[٢١] الى خارج الجرة ويكون ما خرج عـــن الجرة هو البثيون الثاني وعليه[٢٢] يع .

فقد تبين انا اذا صببنا الشراب بقـوة وكثرة من راس الجرة يجري الى حوض ا و واذا بلغ الشراب الى علامة ا وامتـلا الحوض يجري الى حوض جح حتى يمـــلاه[٢٣] ايضا . فاذا صب المـا برفق يجري الى حوض دس[٢٤] فاذا امتلا حوض دس[٢٥] وبلغ الما علامـــة س يجري في انبـــوب سب الى

(١٤) ف : ب
(١٥) ف : بقية النص ورد على الصفحتين 53 R ، 53 V
(١٦) ف،ب : ثقبا عليه
(١٧) ف،ب : غير واردة
(١٨) ف،ب : غير واردة
(١٩) ب : وعلى
(٢٠) ف،ب : على سطح دبة هـ الاعلا
(٢١) ف،ب : من عند علامة ع انبوباً
(٢٢) ف،ب : وعليه علامة
(٢٣) ب : يملا
(٢٤) ب : و س
(٢٥) ب : و س

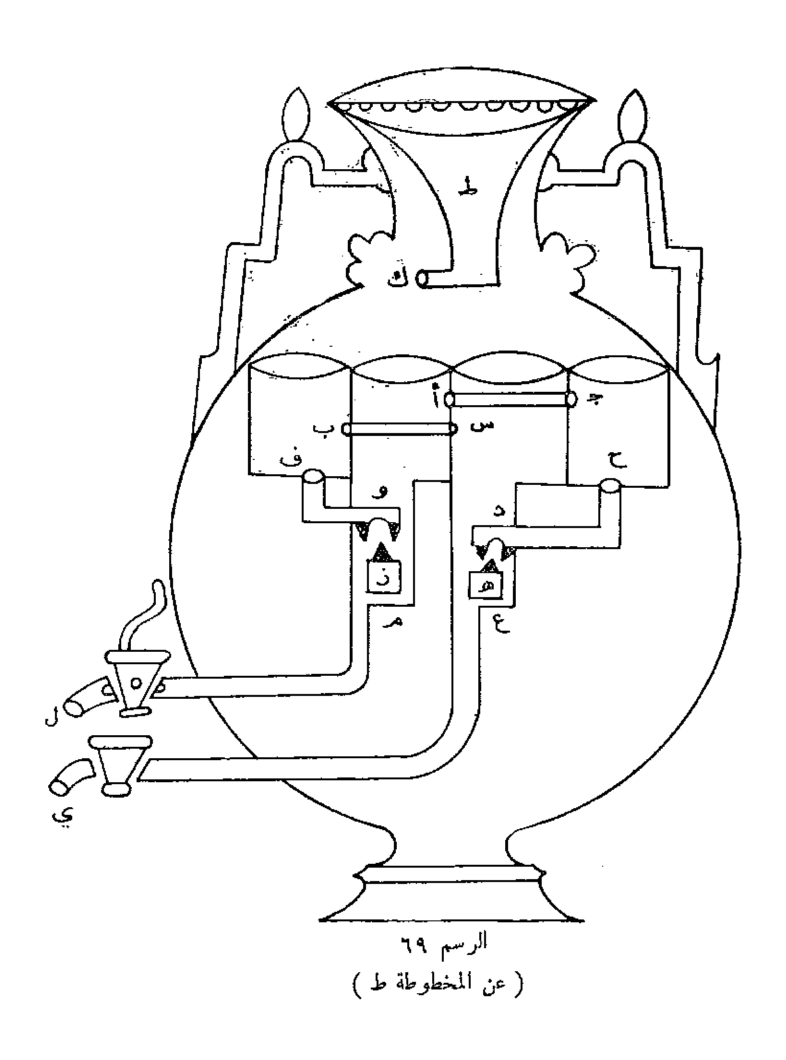
حوض فب حتى يملاه ايضا من الما . فقد تبين ان في حوضي جح ا و شراب
وان في حوضي سد فب ما فاذا فتح بزالي يل يجري من بزال عي ما ومن
بزال مل[٢٦] شراب[٢٧] فاذا تفرغ حوضي سد ا و واستقلت دبتي هز
جرى الشراب الذي في حوضي جح في انبوب ح د[٢٨] الى بزال عي وجرى
الما الذي < في حوض >[٢٩] فب في انبوب فو وخرج من بثيون مل . فقد
تبين انه قد ابتدل وخرج من بزال الشراب ما ومن بزال الما شراب . وعلى
هذا المثال نصيره يتبدل مرات كثيرة || اذا اردنا ذلك . وان اردنا بهذا العمل 62 V (T)
في هذه[٣٠] الجرة ان نصب رطل شراب ورطل ما ثم رطل شراب ورطل
ما الى كم شينا ثم اذا فتحنا البزالين خرج من احدهما شراب ومن الاخر ما
ثم يتبدلا فيخرج من بزال الشراب ما ومن بزال الما شراب وكذلك لا يزال .
واذا اردنا ذلك فكلما صببنا الشراب نصبه بكثرة وقوة فيجري < الى حوض
ا و[٣١] > فاذا صببنا الما نصبه[٣٢] برفق فيجري الى حوض سد وكذلك لا
نزال نعمل[٣٣] حتى يجتمع الشراب في حوضي ا و جح ويجتمع الما في حوضي
سد فب فاذا فتح البزالين خرجت الالوان على ما وصفنا الشراب من موضع
والما من موضع اخر ثم يتبدل فيخرج الما من بزال الشراب والشراب من
بزال الما . فان[٣٤] اردنا ان نصب رطل شراب ورطل ما وكذلك الى كم
شينا واذا فتحنا البزالين خرج الشراب من بزال والما من بزال اخر كله < ولا
يكون تبدلت فاذا اردنا ذلك عملنا تحت >[٣٥] القمع حوضين فقط ويكون

(٢٦) ب : يك
(٢٧) ب : غير واردة
(٢٨) ب،ف : جد   ط : جـ
(٢٩) ب : غير واردة
(٣٠) ب : غير واردة
(٣١) ب : بحوض ا
(٣٢) ب : غير واردة
(٣٣) ب : يفعل ذلك
(٣٤) ب : واذا
(٣٥) ب : ولا يتبدل فنعمل تحت

يخرج من كل بزال الى خارج الجرة[٣٦] ويكون < يصب الشراب ابـدا بكثرة وقوة >[٣٧] فيجري ابدا الى احـد الحوضين ونصب الما ابدا برفق فيجري الى الحوض < الاخر فاذا فتح البزالين >[٣٨] تفرغ الشراب من احد الحوضين في ‖ احد البثيونين وتفرغ[٣٩] الما من الحوض الاخر < في (T) 63 R البثيون الاخر >[٤٠] وذلك ما اردنا ان نبين[٤١] .

---

(٣٦) ط : غير واردة
(٣٧) ب : الصب للشراب بقوة وكثرة
(٣٨) ب : الاخرا بدا فاذا فتح البزالان
(٣٩) ب : و هو ع
(٤٠) ب : غير واردة
(٤١) ب : والسلام



الرسم ٦٩
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات

من الضروري ان تكون كل من الدبتين ز هـ قريبة من جانبي كل من الحوضين حتّى تكاد تلمسهما لا ان تكون بعيدة عن الجانبين كما هو مبين في الرسم وذلك من اجـــل ضمان عمل كل من البابين المطحونين .

64 V (T)

الشكل السبعون (ع)

نريد ان نبين كيف نعمل جرة لها بزال وفي عروتها ثقب صغير خفي نصب(١) فيها < الما والشراب >(٢) فاذا قطع صب اللون الذي يصب < اخيرا ابتدأ يخرج من البزال اللون الذي يصب اخيراً >(٣) فمتى سد الانسان الثقب الذي في عروة الجرة ينقطع ذلك اللون من البزال ويجري منه(٤) اللون الاخر فاذا فتح الثقب عاد اللون الذي كان يجري اولا فيخرج من البزال وكذلك لا يزال الامر . وقد يجوز ايضا في هذه الجرة اذا كان الشراب او الما يجري من الجرة في البزال ان يسد الحاذق بعملها البزال باحدى يديه ببعض اصابعه || ويضع بعض اصابعه من اليد الاخرى على الثقب 65 R (T)
الذي في العروة ثم يقول لمن < يحضرنه ما تريدون >(٥) اذا انا فتحت البزال ان يجري منه شراب او ما فاي شي يطلب منه فهو الذي يجري(٦) من البزال بافراده اصبعه على الثقب الذي في العروة او سحبها عنه . فنعمل < لذلك جرة >(٧) كف ونغطي راسها بصفيحة ونخرج من الصفيحة شبيه بالقمع عليه كل وليكن الطرف الذي عليه ل معوج(٨) على مثال ما صورنا . ونجعل في الجرة حوضين عليهما اب وليكن حوض ب مطبق بصفيحة متقعرة وتلصق لصاق محكم لكي لا يمكن الهوى ان يدخل الحوض على مثال ما

(١) ب : غير واردة
(٢) ف،ب : الشراب والما
(٣) ف،ب : باخره يبتدي اللون الذي يصب اخيرا يخرج من البزال
(٤) ف،ب : غير واردة
(٥) ف،ب : يحضرنه ما الذي تريدون
(٦) ف،ب : يخرج
(٧) ف،ب : لذلك مثال جرة
(٨) ط : مفتوح

صورنا . ونخرج من وسط الصفيحة انبوب ينتهي الى قريب من اسفل حوض بَ عليه جَحَ ويكون طرف الانبوب الذي عليه جَ مسدود ليس له منفذ . ونخرج في انبوب جَحَ انبوب يرتفع من اسفله الى اعلاه وينفذ من اعلاه الى حوض بَ وعليه جَدَ وليكن طرفه الذي عليه دَ منعطف الي اسفل قليلا لكي اذا انصب منه الما او الشراب لم يتباعد عن سمته . ونعمل في اسفل حوضي اَ بَ بابين يكون < انفتاح الذي في حوض اَ منهما الى فوق وانفتاح الذي في حوض بَ الى اسفل عليهما طَ يَ >(٩) ونعمل تحت طرف انبوب دَ جَ الذي عليه دَ حوض صغير في اسفله ثقب وَ عليه علامة زَ ونلصق باسفل حوض زَ قضيب ينتهي الى علامة وَ وينعطف حتى يلصق طرفه الاخر على الذكر من باب يَ ونقيم(١٠) على الوسط من قضيب وَ زَ او قريب من الوسط قضيب عليه تَهَ ويكون طرفه(١١) الذي عليه تَ ملصق مع اسفل حوض بَ وطرفه الذي عليه هَ < يقوم عليه >(١٢) قضيب وَ زَ ويكون ثابت معه بمحور لكي اذا ثقل حوض زَ من الرطوبة التي تنصب اليه من انبوب جَدَ ينطبق باب يَ واذا تفرغ كل شي في حوض زَ ينفتح باب يَ . ونعمل تحت باب يَ حوض صغير عليه علامة لَ < ولتكن في >(١٣) داخل حوض لَ دبة || عليها شَ 65 V (T) وليكن ارتفاعها اكثر من ارتفاع نصف سمك حوض لَ(١٤) وليكن فوق الدبة حوض عليه علامة عَ وليكن الحوض مثل الدبة في الطول والعرض والسمك ويكون في اسفل الحوض الذي عليه عَ ثقب كما عملنا(١٥) في غير شكل ونركبه(١٦) في الموضع الذي اذا جرى الما من باب يَ ينصب الى

(٩) ف،ب : انفتاحهما الى اسفل عليهما طَ يَ
(١٠) ف،ب : ونقيمه
(١١) ف،ب : الطرف
(١٢) ف،ب : يقوم مقام عمود على
(١٣) ف،ب : ونعمل في
(١٤) ف : كَ
(١٥) ف : فعلنا
(١٦) ط : ونركب

حوض ع ونلصق في اعلى دبة ش وهو اسفل حوض ع في الوسط منه قضيب يرتفع حتى يلصق طرفه الاخر بالذكر من باب ط لكي اذا كانت دبة ش مرتفعة ينفتح باب ط واذا كانت مستقلة ينطبق باب ط ونقطع اسفل الجرة بصفيحة عليها صف ونلصق على الجرة بزال صق < مسح سطح صفيحة صف كما صورنا >(١٧) ونخرج من اعلى حوض ب من نقطة س انبوب يرتفع ويدخل في عروة الجرة < وينفذ من العروة >(١٨) عند نقطة م وليكن انبوب دقيق .

فقد تبين انا اذا صببنا الما برفق من راس الجرة يجري الى حوض ا فاذا صب الشراب بكثرة وقوة ينصب على سطح حوض ب الاعلى ويجري الى انبوب جح < لان الهوا يخرج من انبوب سم >(١٩) ويرتفع الشراب(٢٠) في انبوب جد وينصب من انبوب جد الى حوض ز فيستقل حوض ز وينطبق باب ي فاذا قطع صب الشراب يتفرغ كل شي في حوض ز من الثقب < الذي فيه فيرتفع حوض ز >(٢١) وينفتح باب ي ويجري(٢٢) منه الشراب الى حوض ع < ويخلفه الهوا الذي يدخل من انبوب مس الى حوض ب >(٢٣) ويفيض حوض ع ويجري ايضا من الثقب الذي فيه الى حوض ل ويفيض حوض ل وينصب الشراب منه على سطح صف ويجري(٢٤) من بزال صق . فاذا سد طرف الانبوب الذي عليه م وهو الثقب الذي في العروة يمتنع الهوى من الدخول الى حوض ب فينقطع خروج الشراب من البشيون لانه(٢٥) ينقطع

---

(١٧) ف،ب : غير واردة
(١٨) ط : غير واردة
(١٩) ف،ب : غير واردة
(٢٠) ف،ب : غير واردة
(٢١) ف : غير واردة
(٢٢) ب : ويخرج
(٢٣) ف : غير واردة
(٢٤) ف،ب : في
(٢٥) ف،ب : غير واردة

سيلانه من باب يَ . ويتفرغ الشراب الذي في حوض عَ من الثقب الذي في اسفله فاذا تفرغ الشراب الذي في حوض عَ ترتفع دبة شَ وينفتح[٢٦] باب طَ ويجري الما الى سطح صفَ ويخرج من البزال الذي عليه صقَ فمتى فتح || الثقب الذي عليه مَ يدخل الهوى الى حوض بَ ويجري الشراب من باب يَ 66 R (T) الى حوض عَ فيثقل حوض عَ وتغرق دبة شَ وينطبق باب طَ ويعود الشراب يجري من بزال صقَ وكذلك لا يزال الفعل متى سد الثقب الذي عليه مَ يجري[٢٧] الما من البزال فاذا فتح يخرج الشراب من البزال وكذلك لا يزال . وقد تبين انه متى شا الانسان ان يسد البزال[٢٨] باصبعه باحدى[٢٩] يديه ويسد ثقب مَ بيده[٣٠] الاخرى ثم يقول لمن يحضرنه ما تريدون ان يخرج من البزال اذا نحيت يدي فاذا طلب منه شراب نحا يده عن البزال وعن الثقب الذي عليه مَ فيخرج شراب وان طلب منه ما فتح البزال وامسك يده على ثقب مَ فانه < يجري من البزال ما >[٣١] وان احب الانسان ان يكون على طرف اصبعه شي يسير من الشمع او ما اشبهه ثم يقرب يده او اصبعه التي عليها الشمع من ثقب مَ فان طلب منه خروج[٣٢] الما نحا يده بعد ان يلصق الشمع على < ثقب مَ >[٣٣] وان طلب منه شراب نحا يده ولم يلصق[٣٤] الشمع على الثقب . وينبغي ان يكون هذا الثقب صغير خفي وقد يجوز ايضا اذا كان الشراب يجري من البزال ان يقرب الانسان يده الى العروة والى ثقب مَ وفيها شمع ولا يسد بزال صقَ ولكن اذا قرب يده من ثقب مَ والشراب

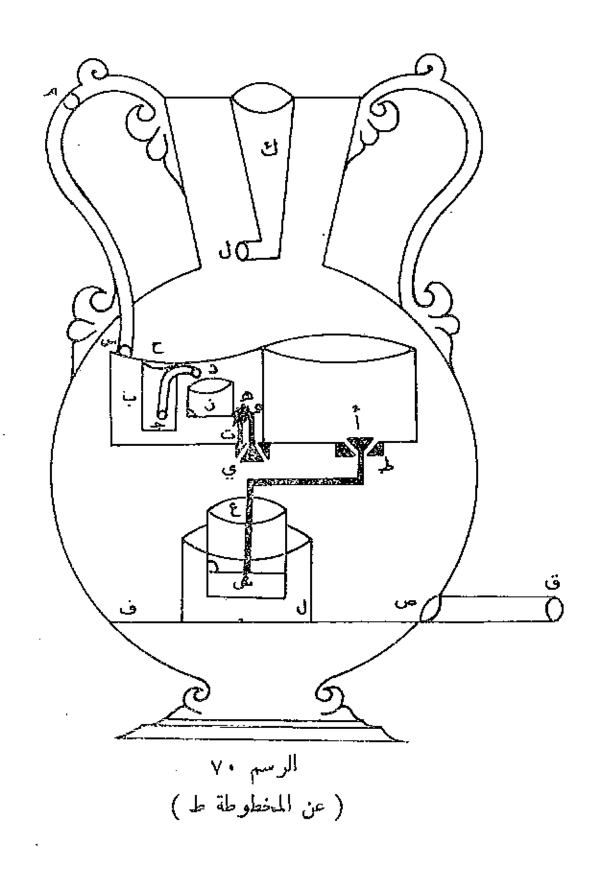
---

(٢٦) ب : وينطبق
(٢٧) ف،ب : يخرج
(٢٨) ب : غير واردة
(٢٩) ف،ب : من احدى
(٣٠) ف،ب : باصبع من اليد
(٣١) ف،ب : يخرج ما من البزال
(٣٢) ف،ب : غير واردة
(٣٣) ف،ب : الثقب
(٣٤) ف : يلزق

يجري من البزال فيقول < تريدون يخرج >(٣٥) الما بدل الشراب فان قيل
< له ما >(٣٦) بدل الشـــراب الصق اصبعه على ثقب مَ والصق (٣٧) الشمع
ونحا يده فيخرج الما من البزال وينقطع خروج(٣٨) الشراب . وقد تبين ايضا
مما وصفنا(٣٩) انا ان اردنا ان نعمل جرة لها بزالين نصب فيها الشراب والما
فيخرج من أحد البزالين < شراب ومن الآخر ما >(٤٠) فمتى اردنـــا ان
يتبدلا فيخرج من بزال الشراب ما ومن بزال الما شراب او من البزالين جميعا
< ما أو من البزالين جميعا شـــراب >(٤١) فعلنا < ذلك بان >(٤٢) نضعف
< العمل || كله >(٤٣) ونصير (٤٤) في الجرة اربعـــة احواض اثنين مطبقين 66 V (T)
واثنين مفتوحين ونضعف العمل ونخرج من الحوض الاخر المطبق انبوب
اخر سوى انبوب سَمَ(٤٥) يدخل في عروة الجرة ويخرج الهوى(٤٦) من ثقب
اخر سوى ثقب مَ ليكون في العروة ثقبين . فمتى سددنا الثقبين جميعا يخرج
من البزالين جميعا ما ومتى فتحناهما جميعا خرج منهما جميعا شراب ومتى سد
احدهما وفتح الاخر خرج من احدهما شراب ومن الاخر ما < فاذا سد هذا
المفتوح وفتح المسدود يتبـدل فيجري >(٤٧) من بزال الما شراب ومن بزال
الشراب < ما وذلك >(٤٨) ما اردنا ان نبين < فافهم ذلك >(٤٩) .

---

(٣٥) ف،ب : تريدون ان يخرج
(٣٦) ف : نريد ما ب : نريده
(٣٧) ف،ب : اذا الصق
(٣٨) ف،ب : غير واردة
(٣٩) ف : عملنا
(٤٠) ف : < ما ومن الأخر شراب >
(٤١) ط : < شراب ومنهما جميعا ما >
(٤٢) ف : ذلك وذلك بان
(٤٣) ط : العمل
(٤٤) ف : ونصيره
(٤٥) ط : نبَ
(٤٦) ف،ب : غير واردة
(٤٧) ف،ب : واذا فتح المسدود وسد المفتوح ابتدل البزالان فيخرج
(٤٨) ف،ب : ما وكذلك لا يزال وذلك
(٤٩) ف : غير واردة ب : والسلام



الرسم ٧٠
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات

(١) الطرف لَ للقمع بعيد اكثر من اللازم الى الشمال .

(٢) ان الحوض بَ محكم الاغلاق عند الغطاء حسبما هو مبين في النص . ويجب ان يكون الطرف سَ للانبوب مسَ محكم الاتصال ومانعاً لدخول الهواء عند اتصال الانبوب بالحوض .

(٣) نجد ان الدبة شَ والحوض عَ في اعلاها ليسا بالقياســات الصحيحة اذ يجب ان يكون كلاهما بنفس القياس تقريبا كما ان قطر كل منهما يجب ان يقل قليلاً فقط عن قطر الحوض لَ .

الشكل الواحد والسبعون (عا)

نريد ان نبين كيف نعمل جرة لهـا بزالين مغلقين وفي عروتهـا < ثقبين صغيرين خفيين >(١) اذا صب فيها الما والشراب ثم فتح البزالين فانه يجري منهما(٢) الشراب ممزوجا بالما فان سد احد الثقبين وفتح الاخـر يخرج من احد(٣) البزالين شراب ومن الاخر ما فان فتح الثقب الذي سـد وسد الثقب الذي فتح ابتدلا فجرى في البزال الذي(٤) كان يجري منه الشراب ما(٥) ومن الذي كان يجري منه الما شراب وان سدوهما جميعا لم يسيل مـن البزالين شي البتة وقد يستقم ان يخبر الحاذق بعملها من يحضرنه(٦) من الناس بعد ان يضع اصبعه على البزالين او يغلقهما(٧) ويضع اليد الاخرى على الثقبين جميعا في العروة فيقول ما تريدون اذا فتحت البزالين ونحيت يدي ان يخرج من البزالين جميعا ممزوجا او(٨) لا يجري منهما شي او يجري من بزال ق شراب ومن بزال ص ما او من بزال ص شـراب ومن بزال ق ما فاي شي طلب منه فقد يستطيع ان يخرجه بما سنصفه(٩) . وقد يستقم ان يكون الثقبان اللذان في العروة في البزالين عند نقطتي ز و وهما يقومان مقام ثقبي العروة .

---

(١) ب : ثقبان صغيران خفيان ف : خفيفين
(٢) ب : منه
(٣) ب : غير واردة
(٤) ف : التي
(٥) ب : غير واردة
(٦) ب : يحضره
(٧) ب : ويغلقهما
(٨) ب : و
(٩) ب : بنصفه

فنبدا فنعمل جرة على راسها علامة آ ونعمل على راسها صفيحة وتحت
الصفيحة قمع على طرفه[١٠] علامة ح ونقطعها[١١] بصفيحة و ز < ونعمل
اربعة >[١٢] احواض فوق الصفيحة مطبقة[١٣] حيطانها مشتركة على مثال
ما صورنا عليها علامات ك م ز ا ل جدر ب ح ل وليكن سطحا[١٤] ز ا ل جدر
وسطهما متقعر[١٥] على مثال ما صورنا ونخرج من سطحيهما || انبوبي < ط ز 56 R (V)
ص ح >[١٦] وليكونا واسعين ونخرج من اسفل ط ز انبوبي[١٧] ز ل ز م
احدهما ينتهي[١٨] الى < اعلاه وينفذ >[١٩] منه الى حوض ز ا ل والآخر
وهو ز م ينفذ < انبوب ط ز >[٢٠] ويدخل الى حوض ك م على مثال ما
صورنا . ويخرج من انبوب ص ح[٢١] الغليظ انبوبين ايضا احدهما ينفذ الى
حوض جدر وعليه ح د والآخر < ينفذ انبوب ص ح >[٢٢] ويدخل طرفه
في حوض ب ل على مثال ما صورنا وعليه ح ب . ونعمل حوضين صغيرين
عليهما ش س ع ف في اسفل الجرة ويخرج منهما انبوبين[٢٣] ينفذان الى
خارج الجرة وهما[٢٤] البزالان وعليهما ص ق ونعمل في كل واحد من

---

(١٠) ب : طرف
(١١) ف،ب : ونقطعهما
(١٢) ب : ونعمل تحت اربعة
(١٣) ب : مطبلة
(١٤) ب : سطح
(١٥) ب : مقرع
(١٦) ب : طر سم   ف : ط ز ص ج
(١٧) ب : انبوبتي
(١٨) ب : غير واردة
(١٩) ب : علامة ينفذ
(٢٠) ب : الى انبوب طر
(٢١) ب : م ر ج   ف : ص ج
(٢٢) ب : ينفذ الى انبوب ص ح
(٢٣) ب : انبوبي
(٢٤) ب : وهم

الحياض < المطبقة الاربعة >[٢٥] انبوبا مثـــل انبوب كاس العدل على مثال ما صورنا وعليهما علامات كـ س ا ع جـ ف ل ش[٢٦] . ونخرج من سطح[٢٧] حوض كـ م من علامـــة ن انبوبا الى سطح حوض جدر وعليه ن هـ ونخرج من انبوب ن هـ انبوبا يدخل في عروة الجرة وينفـــذ منها وعليه د ق[٢٨] . ونخرج ايضا من سطح[٢٩] حوض ز ا ل الى سطح حوض ب ل انبوبا عليه و ح ونخرج من انبوب و ح من[٣٠] موضع جـ انبوبا يدخـــل في العروة ايضا[٣١] على مثال ما صورنا وينفذ منهما وعليه جـ ب .

فقد وضح مما[٣٢] قلنا انه اذا صب الشراب من راس الجرة بقـــوة وكثرة يجري الى ســـطح حوض جدر ويدخل في انبـــوب ص ح فيصب حينئذ انبـــوب ح د الشراب الى حوض جدر ويصب انبوب ح ب الشراب الى حوض ب ل . فاذا بلغ الشراب الى علامـــة ل وهو طرف انبوب ل ش فعند ذلك يبلغ الشراب الى طرف انبوب جـ ف الذي عليه جـ لانهما في الارتفـــاع < متساويين . ويأخـــذان >[٣٣] الشـــراب وصبانه الى حوضي ش س ف ع فيقع[٣٤] منه شي يسير بقدر < ما يتغطا طرف >[٣٥] الانبوبين اللذين عليهما

(٢٥) ب : الاربعة المطبقة

(٢٦) ف ،ب : وردت عبارة ناقصة هذا نصها : < وليكون طرفي الانبوبين اللذين عليهما س كـ ا ع وهما اللذان عليهما د ل بشيء يسير > . ويرجح ان يكون معنى ذلك ان نهايتي الانبوبين المشار اليهما كـ ، ا أوطى من نهايتي الانبوبين ح د ، ز ل أي من د ، ل .

(٢٧) ف : سطحى

(٢٨) ب : د و

(٢٩) ب : غير واردة

(٣٠) ب : غير واردة

(٣١) ب : غير واردة

(٣٢) ب : بما

(٣٣) ب : متساويان ويأخذ

(٣٤) ب : فيقطع . اضيفت كلمة < فيقع > لاستقامة الجملة

(٣٥) ب : ما ينعطف

شف ثم لا يسـيل من البزال شي دون ان < ينفتح البزالين >(٣٦) . فـاذا صببنا الما برفق وقلة يجري الى سطح حوض زال ويسيل الى انبـوب طز ويجري في انبوبي زم زل الى حوضي(٣٧) كم زال . فاذا فتح البزالين جميعا ولم يسد ثقبي بق(٣٨) اللذين في العروة يجري من الاربعـة(٣٩) الاحواض الى حوضي شس عف الشـراب والمـا لانه يجرى(٤٠) الى حوض شس(٤١) وبزال ص من حوض كم في انبـوب كس الما ومن(٤٢) حوض بل في انبوب لش الشراب فلذلك يجري الشراب(٤٣) من بزال ص ممزوجا . ولهـذه العلة يجري في انبـوب اع الى حوض عف المـا ويجري اليه ايضا الشـراب في انبوب جف فيخرج ايضا من بزال ق الشراب ممزوجا . فاذا سـد < ثقب ق وترك >(٤٤) ثقب ب مفتوحا ينقطع الما ‖ الذي كان يجري من حوض (V) 56 V كم الى حوض شس وينقطع الشـراب الذي كان يجري من حـوض جدر الى حوض عف في انبوب جف لان الهوى الذي كان يدخـل اليهما من ثقب ق < الذي كان في العروة >(٤٥) قـد انقطع . ويبقى الما يجري الى حوض عف في بزال ق(٤٦) من حوض زال في انبوب اع . والشراب يجري في انبوب لش(٤٧) الى حوض شس وبزال(٤٨) ص . ومتى سـد ثقب ب وفتح ثقب

---

(٣٦) ب : يفتح البزالان

(٣٧) ب : حوض

(٣٨) ب : يز

(٣٩) ب : الابريق

(٤٠) ف،ب : < لا يجرى > وهو تصحيف

(٤١) ب : س ح

(٤٢) ب : من

(٤٣) ب : غير واردة

(٤٤) ب : غير واردة

(٤٥) ب : غير واردة . وبين الملاحظتين (٤٤) و (٤٥) يوجد اضطراب في النص

(٤٦) ب : من بزال قا

(٤٧) ب : ل س

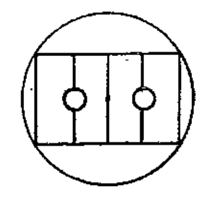
(٤٨) ب : ومن بزال

قَ(٤٩) ينقطع الشراب الذي كان يجري الى حوض شَ سَ في انبـوب ل ش ويجري فيه الما وفي بزال صَ من حوض كَ م في انبوب س كَ وكذلك ينقطع الما الذي كان يجري الى حوض ع فَ وبزال قَ من حوض زا لَ في انبوب اَ ع ويجري(٥٠) اليه الشراب من حوض جدرَ(٥١) في انبوب جـ فَ . وكذلك ان سد ثقب(٥٢) قَ وفتح ثقب(٥٣) بَ(٥٤) يعـود الشراب يجري في بزال صَ والما من بزال قَ وكذلك لا يزال يتبدل(٥٥) كلما سد احد الثقبين وفتح الاخر . وان سدوهما(٥٦) جميعا لم يجر من البزالين شي البتة . وقد تبين مما وصفنا ان الحاذق بعمل هذه الجرة ومن عرفها يستطيع ان يخرج لمن يختار عليه(٥٧) ما قدمنا ذكره وذلك ما اردنا ان نبين . || (٥٨)

---

(٤٩) ب : وَ
(٥٠) ب : وكذلك يجري
(٥١) ب : جدَ
(٥٢) ب : غير واردة — ف : ثقب بزال
(٥٣) ب : غير واردة — ف : ثقب بزال
(٥٤) ب : صَ
(٥٥) ب : يبتدي
(٥٦) ب : سدهما
(٥٧) ب : عليهما
(٥٨) ب : والسلام

الرسم ٧١ — أ
(عن المخطوطة ف)



الرسم ٧١ — ب
(عن هيل وهاوسر)

ملاحظـــات :

(١) هذا الشكل غير موجود في المخطوطة ط .

(٢) هناك اخطاء عديدة في نص كل من المخطوطتين ف ، ب مما زاد صعوبة التحقيـــق .

(٣) يضاف الى ذلك تكرر الحروف على الرسم ذاته . ولكن ذلك سهل التتبع .

(٤) يوجد في الرسم الاصلي (المخطوطة ف) جـــدار رأسي في الحوض الايمن الى يسار السيفون المتمركز كَ . وهو مرسوم خطأً . يضاف الى ذلك ان مثل هذا الجدار (او الخط الرأسي) غير موجود في المخطوطة ب . كذلك لا بد من وجود جدران قاطعة بـــين الحوضين كم و زال وكذلك بين الحوضين جدر و ب ل .

وقد تم تصحيح هذه الاخطاء في الرسم (٧١ ـ أ) . واضيف الرسم التوضيحي (٧١ ـ ب) الذي يعطي مسقطاً افقياً للاحواض الاربعة .

(٥) هناك اشارة الى تقعير الحوضين زال و جدر من الاعلى ولكن هـــذا التقعير لم يظهر في الرسم .

(٦) يستخدم هذا الجهاز المبادىء المشروحة في مقدمة الكتاب (المبدأ رقم ٧ والمبدأ رقم ٨ وهناك اربع سيفونات متمركزة) .

57 R (V)

الشكل الثاني والسبعون (عب)

نريد ان نبين كيف نعمل جرة يصب فيها < الشراب والما >[١] ولها بزالين مفتوحين فاذا قطع الصب يسيل من احد البزالين شراب ومن الاخر ما فاذا شا الانسان الحاذق بعملها ان يبتدل[٢] فيخرج من بزال الما شراب ومن بزال الشراب ما فعل ذلك وذلك بان نسد ثقبا خفيا في عروة الجرة فاذا سد سال من احد البزالين < شراب ومن الاخر ما فاذا فتحه يبتدل فيخرج من بزال الشراب ما ومن بزال الما شراب >[٣] . فنعمل لذلك مثال جرة وعلى راسها علامة ك ونغطيها بصفيحة ونخرج من || [٤] الصفيحة شبيها بالقمع كما صورنا وعليه كص ونعمل اربعة احواض اثنين منها[٥] مطبقة واثنين غير مطبقة وعلى الاثنين المطبقين[٦] علامات[٧] تو ي مز ب[٨] وعلى المفتوحين[٩] علامتي طح ونقرن بعضها ببعض على مثال ما صورنا . ونركب حوضي طح < في الموضع >[١٠] الذي اذا جرى الما او[١١] غيره من الرطوبات

(١) ب : الما والشراب
(٢) ب : يستدل
(٣) ب : غير واردة
(٤) عودة النص إلى المخطوطة ط (على الصفحة R - 75)
(٥) ب : منهما
(٦) ب : المطبقة
(٧) ط : علامتي .
ملاحظـة : في بقية النص يطلق على الحوض توي علامة تول أو يـول وكلاهما صحيحان
(٨) ب : م د ب
(٩) ب : المعوجتين
(١٠) ب : غير واردة
(١١) ب : و

بكثرة من راس الجرة يسيل الى حوض فح[١٢] المفتوح واذا جرى برفق يسيل الى حوض ط ش[١٣] المفتـوح[١٤] وندخل في حوض توي[١٥] انبوبا عليه يل غليظا ونخرج منـه[١٦] انبوبا دقيقـا على مثال ما صورنا يصب الى حوض توي وعليه ل ي[١٧] ونعمـل ايضا في حوض م ز ب انبوبين مثلهما وعليهما[١٨] ص ه ز ه على مثال ما صورنا ونعمل ايضاً[١٩] في حوض م ز ب المنطبق[٢٠] انبوب كاس العـدل < كما عملنا في غير موضع >[٢١] وعليـه با ونخرج من حوض ط ش الى سطح حوض م ز ب انبـوبا يصب على[٢٢] سطحه الرطوبة ولا يدخله[٢٣] وعليه ش س ونخرج ايضا نظيرا لهذا الانبوب من حوض فح[٢٤] الى سطح حوض يو ل[٢٥] المطبق[٢٦] وهـو انبوب ع ف ونخرج من سطح حوض م ز ب انبوبا يدخل طرفه في عروة الجرة وعليـه م ق[٢٧] ونخرج من سطح[٢٨] حوض يو ل ايضا انبوبا ندخله في انبـوب م ق

(١٢) ط،ف،ب : يطلق الرمز فح على الحوض ح ذاته
(١٣) الحوض ط ش هو نفس الحوض المرموز له بالعلامة ط سابقاً
(١٤) ف،ب : غير واردة
(١٥) ف : و ي
(١٦) ط : فيه
(١٧) ف : ي
(١٨) ب : وعلى
(١٩) ف : غير واردة
(٢٠) ب : المنعطف ط : غير واردة
(٢١) ف : غير واردة
(٢٢) ب : الى
(٢٣) ف : يدخل
(٢٤) ب : حح
(٢٥) الحوض يول هو نفس المرموز له سابقاً بالعلامة توي وكلاهما جائز
(٢٦) ف : المنطبق
(٢٧) ف : مـو
(٢٨) ب : وسط

وعليه و د ونعمل في اســفل كل حوض من حياض توي ط ش فح بابا يكون انفتاحه الى فوق وعلى الابواب علامات تطح وليكن انفتاح هــذه الثلاثــة الابواب الى فوق . وتقطع اسفل الجرة بصفيحة ش س ونقيم فوق صفيحة ش س < صفيحة في الجرة تقطــع الجرة بالسمك >(٢٩) بمنزلة حايط حاجز وعليه م ص . ونخــرج < بزالي س ب ش ا >(٣٠) ونــركب تحت انبــوب كاس العــدل الذي عليه با حوضا صغــيرا < عليه ج(٣١) ليكون مصبه الى الحوض ونلزق بحوض ج قضيب >(٣٢) عليه جك م ت ويكون طرفــه الذي عليه ت || ملصقا بالباب الذي عليه ت ونقيم تحت وســط(٣٣) قضيب م ج (V) 57 V
قضيبا قايما عليه صك(٣٤) ويكون طرفه الذي عليه < ك ثابتا مع وسط قضيب م ج بمحور على علامة ك وطرفه الذي عليه >(٣٥) ص ملصقا مــع صفيحة مص على علامة ص لكي يكون حوض ج اذا انصبت اليه الرطوبة وثقــل ينفتح باب ت واذا ارتفع انطبق الباب . ونعمل عن جنبتي(٣٦) صفيحــة م ص حوضين عليهما ج ح ونعمــل في كل حوض منهما دبة وفوق الدبــة حوض مساحته مثل(٣٧) مساحــة الدبة وعلى الدبتين والحوضين(٣٨) علامات ز ه د و(٣٩) ونثقب في اســفل حوضي(٤٠) ه و وثقبين على مثال ما صــورنا

---

(٢٩) ط : صفيحة في السمك تقطع الجرة
(٣٠) ب : من بزال س ب س پ
(٣١) ف : ح
(٣٢) ب : غير واردة
(٣٣) ب : غير واردة
(٣٤) ف : صل
(٣٥) ب : غير واردة
(٣٦) ب : جنبي
(٣٧) ب : غير واردة
(٣٨) ب : والحوض
(٣٩) ب : د ب — ف : ز ه د ف
(٤٠) ب : حوض

وكما فعلنا في غير شكل ونلصق على الذكرين من بابي ط ح طرفي(٤١) قضيبي ز ط(٤٢) د ح ونلصق الطرفين الاخرين اللذين عليهما علامتي د ز على سطحي الدبتين على مثال ما صورنا لكي اذا ارتفعت دبتي ز د(٤٣) ينفتح بابي ح ط ونثقب في العروة ثقبا خفيا عليه ط .

فقد تبين انا اذا صببنا(٤٤) من راس الجرة الما بكثرة وقوة(٤٥) يجري الى حوض فج فاذا امتلا حوض فج يجري الما في انبوب فع وينصب على سطح حوض و يل ويسيل في انبوب يل ويجري من انبوب ل ي(٤٦) الى حوض و ي(٤٧) فاذا صب الشراب من راس الجرة برفق ينصب الى حوض ط ش فاذا امتلى يجري في انبوب ش س وينصب الى انبوب ص ه ويجري في انبوب ه ز الى حوض م ز ب المطبق فاذا امتلا ياخذ انبوب با الشراب ويصبه الى حوض ج < فيستقل عند ذلك حوض ج <(٤٨) وينفتح باب ت ويجري الما من حوض و يل(٤٩) الى حوض ه(٥٠) من باب ت(٥١) ويجري الشراب من حوض ج الى حوض و(٥٢) ويسيل الما من بزال س ب(٥٣)

---

(٤١) ف : ط ر في
(٤٢) ب : نط
(٤٣) ب : ر ب
(٤٤) ب : غير واردة
(٤٥) ط : غير واردة
(٤٦) ف : ل ط : يوي
(٤٧) الحوض وي هو نفس الحوض الذي رمز له بعدة علامات يول ، توي ، الخ ... والرموز هي ذاتها
(٤٨) ب : غير واردة
(٤٩) ف : و ت ك
(٥٠) ف : م
(٥١) ب : م ف : ب
(٥٢) ب : ف
(٥٣) ف : ل س

والشراب من ش ا (٥٤) فاذا سد ثقب ط الذي في العروة ينقطع (٥٥) الهـــوى عن حوضي (٥٦) و يل مز ب المطبقين وينقطـــع خروج الشـــراب والمـا منهمـــا لذلك (٥٧) ويتفرغ عنـــد ذلك حوضي هو (٥٨) وترتفع دبتي ز د وينفتـح بابي ط ح فيجري الشـــراب من حوض ط ش الى بزال س ب والمـــا من حوض ح ف (٥٩) الى بزال ش ا . فقد تبين انه قد يخرج الشراب (٦٠) من البزال الذي كان يخرج (٦١) منه الما والمـا من بزال الشـــراب < فان فتح > (٦٢) ثقب ط ابتدل ايضا وكذلك لا يزال وقـــد يستطيع الانسان ان يخير من يحضرنه (٦٣) فيقول من (٦٤) اي بزال تريدون ان يخرج الشراب وايهما يخرج منه الما فيعمل الانسان ما ارادوا (٦٥) ويخرج منهما ما طلب منـــه على وصفنـــا < فاعـــلم ذلك > (٦٦) . ||

(٥٤) ب : س

(٥٥) ب : ينفتح

(٥٦) ب : حوض

(٥٧) ب : كذلك

(٥٨) ب : ه ق

(٥٩) ب : ح ب

(٦٠) ب : غير واردة

(٦١) ب : يجري

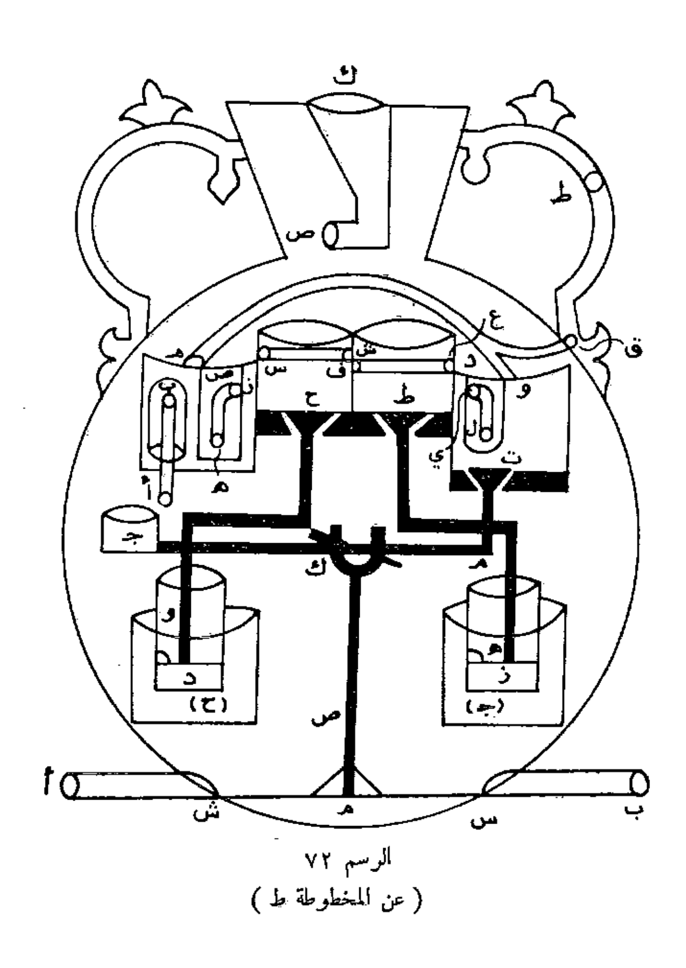
(٦٢) ب : فان د ب ا فتح

(٦٣) ب : غير واردة ط : يحضره

(٦٤) ب : غير واردة

(٦٥) ب : ما اراد

(٦٦) ط : ان شاء الله



الرسم ٧٢
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

(١) ينقص القسم الاول من النص في المخطوطة ط .

(٢) هنا ايضاً نجد عددا كبيرا من الرموز على اجزاء الرسم وقسم منها متكرر مما قد يؤثر على تتبع الشرح .

(٣) ~~يمكن ان نعتبر ان هذا الشكل انما هو في جوهره شكل مضاعف للشكل ٧٠ .~~

(٤) يجب ان يكون طرف القمع صَ الى اليمين اكثر مما هو عليه .

(٥) يجب ان يكون الطرف آ للسيفون المتمركز (كاس العدل) فوق الحوض جَ .

الشكل الثالث والسبعون (عج)

نريد ان نبين كيف نعمل جرة لها بزال مغلق وفي عروتها ثقب خفي لا يرى . فاذا صب فيها الشراب والما وفتح البزال يبتدي الشراب فيجري من البزال فاذا سد الانسان الثقب الذي في العروة من غير ان يعلم به احد من الناس ممن يحضرنه(١) ينقطع < الشراب منه ويجري >(٢) فيه الما . فاذا فتح الثقب عاد الشراب ايضا يجري وكذلك لا يزال . وقد يستقيم ان يقرب الانسان يداً واحدة من(٣) العروة < وعلى طرف اصبع يده >(٤) شي من شمع ويقربها الى الثقب ويسد باليد الاخرى البزال ثم يقول لمن يحضرنه(٥) ما تريدون اذا نحيت يدي عن البزال ‖ ان يخرج منه شراب او ما فايهما طلب 67 V (T) منه اخرجه وذلك لانه ان طلب منه شراب لم يسد الثقب وان طلب منه ما نحا يده عن البزال وعن الثقب الذي في العروة بعد ان يسد الثقب بشمع قليل يلصقه عليه فحينئذ يجري من البزال ما .

فنعمل لذلك مثال جرة على راسها علامة حـ(٦) ونغطي راسها بصفيحة ونخرج منه شبيه بالقمع كما فعلنا في غير موضع ونعطف طرفه على زاوية قايمة وعليه حـ ل ونقطع وسط الجرة او قريب من وسطها بصفيحة ك ط ونستوثق من < لصاقها كما >(٧) يدور . ونركب فوق الصفيحة وتحت

(١) ب : يحضره
(٢) ط : الشراب ويجري
(٣) ف : الى
(٤) ف : وفي طرف اصبعه
(٥) ب : يحضره
(٦) ب : ع
(٧) ب : لصاقه كيما

طرف القمع حوضين احدهما مطبق والاخر مفتوح الراس وعلى المفتوح علامتي سب وعلى المطبق علامات < اجو ونركبهما >[٨] في الموضع الذي اذا جرى الما او[٩] بعض الرطوبات من راس الجرة بقوة يسيل الى حوض < اجو فانه اذا جرى برفق يسيل الى حوض >[١٠] سب وليكن سطح حوض اجو الاعلى الذي تنصب عليه الرطوبة وسطه اخفض من حواليه . ونثقب < في وسطه في >[١١] موضع ط ثقب واسع ونخرج منه انبوب طج ونخرج[١٢] من اسفل انبوب طج الى اعلاه او قريب من اعلاه الى موضع علامة ا انبوب جا . ونصل ما بين ثقب ع وهو في[١٣] داخل العروة وعلامة ه بانبوب عليه عه ونثقب في العروة ثقب عليه س ونعمل في حوض اجو انبوب مثل انبوب العدل وعليه وز ونعمــل في حوض سب انبوب العــدل ايضا وعليه سب ونلصق على طرفه الذي عليه ب وهو الذي قد[١٤] ثقب من اسفل الحوض باب مطحون نلصقه به ويكون انفتاحه الى اسفل على مثال ما صورنا . ونلصق بالقرب من اسفل الجرة صفيحة تقطــع الجرة < وعليها قت >[١٥] وهذه الصفيحة انما عملت لكي اذا انصبت الرطوبة جرت من ساعتها في البثيون وتخرج من بثيون تك[١٦] . ونعمل حوض صغير عليه علامتي زد ونركبه تحت انبوب العــدل الذي عليه وز لكي يكون مسيله اليه[١٧] ونخرج مـــن

---

(٨) ب : اخر ونركبها
(٩) ب : و
(١٠) ط : غير واردة
(١١) ف : < في اخفض موضع منه في >
(١٢) ب : ويجري
(١٣) ف،ب : غير واردة
(١٤) ب : غير واردة
(١٥) ب : وعليه وب
(١٦) ب : تد
(١٧) ب : فيه

حوض د ز[١٨] انبـوب د مي[١٩] المنعطف على مثـال[٢٠] ما صورنا ويكون طرفه الذي || عليه ى اخفض من طرفه الذي عليه د لكي اذا امتلا حوض 68 R (T)
ز د ياخذ الانبوب المنعطف منه الرطوبة ويصبها على صفيحة ق ت[٢١] وتخرج من بزال ك ونصل بحوض د ز قضيب نمده حتى نلصق طرفه الاخر وهـو الذي < عليه ق >[٢٢] بالذكر من باب ب ونقيم تحت وسط هـذا القضيب او قريب من وسـطه قضيب عليه ص ف ونلصق طرفـه الذي < عليه ص بصفيحة ق ت[٢٣] ونثبت طرفه الذي عليه >[٢٤] ف مـع وسط القضيب بمحور < لكي اذا ثقـل >[٢٥] حوض د ز[٢٦] من الرطوبة التي تنصب اليه يستقل ويرتفع الذكر من باب ب وينطبق على الانثى .

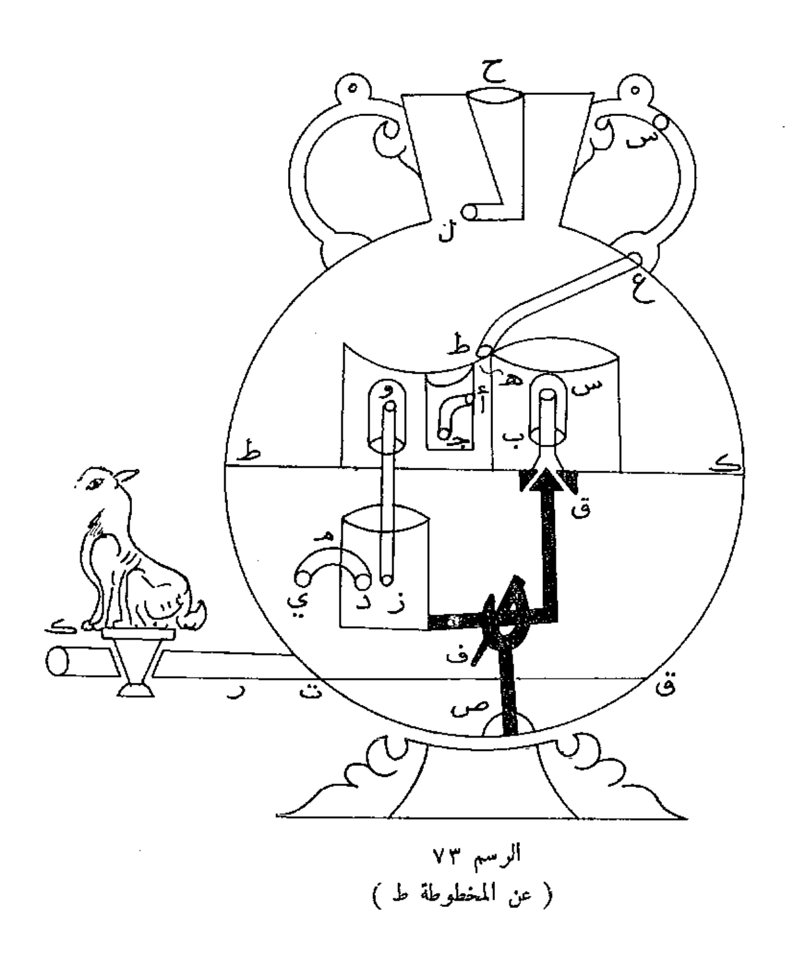
فقد تبين مما وصفنا انه اذا انصب[٢٧] الشراب بقوة يجري الى حوض ا جو فاذا امتـلا الحوض يسيل الشراب[٢٨] في انبـوب و ز الى حوض ز د < فيسـتقل حوض ز د ويرتفـع الذكر من باب ب وينطبق . ويكـون في التقدير نجعل حوض ز د >[٢٩] اذا انصب فيه قـدر نصفه شراب ينطبـق الباب[٣٠] الذي عليه ب . فاذا صب المـا برفق يسيل الى حوض س ب . فاذا فتح البزال يبتدي الشراب فيجري منه فاذا سد ثقب س يمتنع الشراب ولا

(١٨) ف : د و
(١٩) ب : د في
(٢٠) ب : غير واردة
(٢١) ب : و ى ه
(٢٢) ف : عليه و ب : غير واردة
(٢٣) ط : ف
(٢٤) ب : غير واردة
(٢٥) ب : اذا امتلا
(٢٦) ب : د ر س
(٢٧) ف،ب : صب
(٢٨) ف،ب : من
(٢٩) ب : غير واردة
(٣٠) ب : غير واردة

يخرج[٣١] من الحوض لان مسلك الهوا قد سد . ويتفرغ حوض زد ان كان بقي فيه شي من الشراب على انه ينبغي ان نقدر حتى لا يكون[٣٢] يبقى فيه من الشراب شي له قدر بين فاذا تفرغ حوض زد[٣٣] ينفتح الباب الذي عليه ب ويجري المـا من حوض سب[٣٤] ويخرج من البزال ولا يزال كذلك حتى ينفتح ثقب س فاذا فتح يجري الشراب الى حوض زد < ويثقل ويستقل >[٣٥] وينطبق باب ب ويجري[٣٦] الشراب من البزال وينقطع الما عنه وكذلك لا يزال وان[٣٧] شينا ان نجعل مكان الثقب الذي في العروة ثقب في البزال في موضع علامة[٣٨] ر ونخرج اليه انبوب هع فيكون حينئذ اذا سددنا بزال ك فسد الانسان ثقب ر[٣٩] وهو اقرب الى ان لا يعلم به[٤٠] . والتدبير في ثقب ر[٤١] لو انفذت اليه انبوب < هع مثل >[٤٢] التدبير في ثقب عروة الجرة ويخير الانسان من يحضره[٤٣] كما ذكرنا فان طلب منه شراب نحا يده فيخرج شراب || وان طلب منه ما سد ثقب ر بشي من شمع 68 V (T)
ونحا يده < فيخرج ما >[٤٤] وذلك ما اردنا ان نبين[٤٥] .

---

(٣١) ف : فلا يخرج ب : فلا يجري
(٣٢) ب : غير واردة
(٣٣) ب : و د
(٣٤) ب : و
(٣٥) ب : وينتقل
(٣٦) ف،ب : ويخرج
(٣٧) ف،ب : ولو
(٣٨) ط : علامتى
(٣٩) ب : و
(٤٠) ط : غير واردة
(٤١) ب : كز
(٤٢) ب : و ع مع
(٤٣) ف : يحضرنه
(٤٤) ب : غير واردة
(٤٥) ب : وهذه صورة ذلك والسلام



الرسم ٧٣
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

(١) السيفون د م ي لم يرسم بصورة صحيحة ، اذ يجب ان تكون النهاية العليا للكوع مَ في محاذاة اعلى نقطة في الحوض ، كما يجب ان تكون ذراعا السيفون راسيتين تقريبا بحيث ينتهي الطرف دَ قرب قعر الحوض والطرف يَ يجب ان يكون اخفض من الطرف دَ .

(٢) ليس السيفون المتمركز ضرورياً فوق الباب المطحون لان الحوض مفتوح ومتصـــل بالجو . ومثل هذا السيفون ضروري في الاحواض المغلقة التي لا يدخلها الهواء كما هو الامر في الصمام تَ في الشكل ٧٢ (انظر الملاحظات المذكورة في نهاية الشكل ٦٧) .

68 V (T)

الشكل الرابع والسبعون (عد)

نريد ان نبين كيف نعمل جرة لها بزالين(١) اذا صب فيها الما يجري من احد(٢) البزالين فان صب فيها دهن من الادهان يجري من البزال الاخــر .

< فنعمل لذلك مثال >(٣) جرة على راسها علامة بَ ونلصق < براسها >(٣) صفيحة مغربلة عليها علامـة بَ ونعمل تحت الصفيحة قمع عليه بجَ ونقطــع اسفل الجرة بصفيحة عليها هـ زَ ونركب البزالين فوق الصفيحـة وليكونا في هـذه الصورة متقابلين وعليهما زدَ هجَ(٤) ونقيم على صفيحـــة ز هـ قضيب(٥) سوَ في السمك < ونقـــيم على القضيب قضيب معـــترض >(٦) عليـــه مفَ(٧) < ونصير وسطه ثابتا >(٨) مع قضيب سوَ بمحـــور ونعلق في طرف القضيب الذي < عليه مَ >(٩) سلسلة مآ ونعلق على(١٠) طرفها الذي عليـــه آ شاقول ونعمل < حوض صغير > عليه علامة طَ ويكون(١١) هـــذا الحوض اذا كان مملوا دهن يصير بوزن ثقل آ فاذا < كان مملوا >(١٢) ما يصير ‖ اثقل من 69 R (T)

---

(١) ب : بزالان مغلقان

(٢) ب : غير واردة

(٣) ف،ب : ومثال ذلك (٣) مكرر : وردت < رأسها > في المخطوطات الثلاثة .

(٤) ف،ب : انظر الحاشية (١٤) ادناه . وردت هنا هذه العبارة : < ونقطع وسط الجرة بصفيحة في السمك عليها لكَ على مثال ما صورنا >

(٥) ف،ب : قضيبا عليه

(٦) ف،ب : ونقيم فوق هذا القضيب قضيبا معترضا

(٧) ب : صرف

(٨) ط : ونسمر وسطه

(٩) ب : على

(١٠) ب : غير واردة

(١١) ف،ب : وليكن

(١٢) ف،ب : كان حوض طَ مملوا

شاقول آ بشي كثير لان الما اثقل من الدهن بشي كثير ونلصق اسفل(١٣) حوض ط بطرف القضيب الذي عليه ف < ونقـم على صفيحة ه ز صفيحة تقطع الجرة بنصفين وتنتهي الى قريب من اسفل حوض ط >(١٤) وليكـن حوض ط مركباً تحت قمع بج وليكن نصفه ايضاً مما يلي نصف الجرة الذي عليه (١٥) ز والنصف الاخر مطل على نصف الجرة الذي عليه علامة ه وليكن في اعلى حوض ط مزراب(١٦) او انبوب عليه علامة ي .

فقـد تبين انا اذا صببنا < من راس الجرة دهن >(١٧) يجري في القمع الى حوض ط فاذا امتـلا يسيل في مزراب(١٨) ي الى نصف الجرة الـذي فيه(١٩) علامة ز ويجري من بزال ز د ولا يزال كذلك فان صببنا ما فقبـل ان يمتلي حوض ط يستقل وينصب ما فيه الى نصف الجرة الذي فيه علامة ه ويجري الما < من بزال ه ج فان قطـع الصب للما واعيد صب الدهن >(٢٠) يجري الدهن أيضاً من بزال < ز د كما وصفنا من قبل >(٢١) وذلك ما اردنا ان نبين . وبهذا التدبير لو سددنا بزال هج وصيرنا للجرة بزال واحد وهو ز د(٢٢) لكنا اذا صببنا الما(٢٣) لا يجري مـن البزال شي < منه فان >(٢٤) صببنا دهن يجري من بزال ز د وذلك ما اردنا ان نبين وعلى < العكس تبين

---

(١٣) ف،ب : غير واردة

(١٤) ف،ب : ورد ما يقابل هذه العبارة في موقع الحاشيه (٤) اعلاه

(١٥) ف : عليه علامة

(١٦) ف : ميزاب او انبوب — ب : ميزان وانبوب

(١٧) ف،ب : الدهن من راس الجرة

(١٨) ف : ميزاب — ب : غير واردة

(١٩) ف : عليه

(٢٠) ط : فان اعيد صب الدهن

(٢١) ف : ر د على ما وصفنا من قبل — ب : الذي عليه ر د على ما صورنا

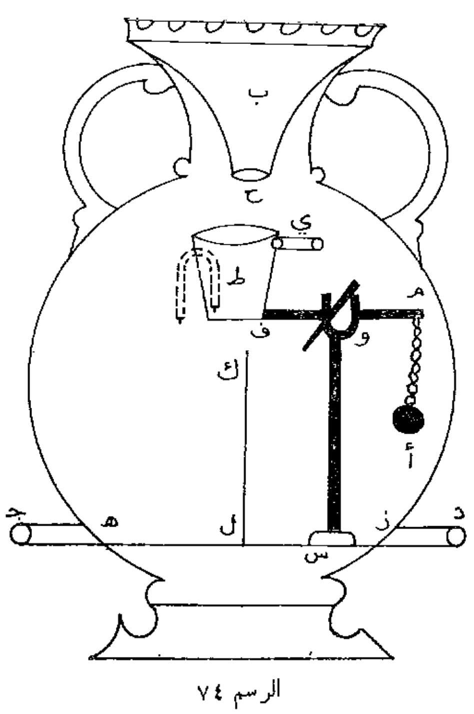
(٢٢) ب : غير واردة

(٢٣) ب : غير واردة

(٢٤) ف : البتة فان — ب : بتة فاذا

انا ان اردنا بهذا التدبير ان >(٢٥) نعمل جرة لها بزال اذا صب فيها الما يخرج من البزال فان صب فيها دهن لا يخرج من البزال شي . وايضا < فقد يتضح لنا انا ان >(٢٦) اسقطنا انبــوب يَ من حوض طَ واسقطنا بزال دزَ ونترك بقية الشكل ثم نصير حوض طَ اذا ملي شراب او ما < ثم صب الما من بعد ذلك او الشراب يجري جميع >(٢٧) ذلك الى الجانب الذي || ليس فيه بزال 69 V (T) وهو الذي فيه علامــة زَ(٢٨) فان صب في الجرة ما البحر او ما ملح(٢٩) يقبل يكون حوض طَ حينئذ يستقل(٣٠) ويميل وينصب ما فيه وما يصب بعد ذلك الى الجانب الذي فيه علامة هَ ويخرج من بزال هجَ < فيكون ما البحر وما اشبهه من ما الملح(٣١) يخرج من بزال هجَ >(٣٢) وبقيــة المياه والرطــوبات والشراب والادهان تبقى في قسم الجرة الذي عليه زَ(٣٣) وذلك ما اردنا ان نبين .

(٢٥) ف،ب : العكس فاعلم ذلك تبين ان بهذا التدبير ان
(٢٦) ف : فقد يصح انا اذا ب : فقد تبين انا اذا
(٢٧) ف،ب : ثم ادمن صب الشراب او الما من بعد ذلك يخرج جميع
(٢٨) ب : وَ
(٢٩) ف : مملح ب : الملح
(٣٠) ب : مستقل
(٣١) ف : الما المالح
(٣٢) ب : غير واردة
(٣٣) ب : دوَ



الرسم ٧٤
(عن المخطوطة ط مع اضافة سيفون بخط متقطع)

ملاحظـــات :

(١) لا يوجد تناسق بين حجم القمع وحجم الانبوب الفضال يَ ذلك ان هذا الانبوب يجب ان يكون اوسع مما هو مبين في الرسم حتى لا يفيض الحوض طَ اثناء الصب .

(٢) من الضروري تركيب سيفون داخل الحوض طَ بحيث يكون كوعه أوطى قليلاً من الانبوب الفضال وبدون مثل هـــذا السيفون فان الحوض طَ سوف يبقى ممتلئاً بالدهن عندما يبدأ صب الماء .

(٣) نجد في هذه الآلة استخداماً مثيراً للاهتمام لمبدأ اختلاف الثقل النوعي للسوائل المختلفة . ومع ان الهدف من هذه الالة غير موضح الا انها يمكن ان تفيد في مقارنة الوزن النوعي للسوائل .

69 V (T)

الشكل الخامس والسبعون (عه)

نريد ان نبين كيف نعمل اجانة في بعض المواضع بالقرب من بعض الانهار تكون دهرها كله مملوه ويغرف منها جميع الناس الما < ويشرب منها الدواب >(١) وهي ابدا على حال واحـدة لا تزيد ولا تنقص . ومثال ذلك نهر(٢) اب ويخرج منه انبوب الى الموضـع الذي نريد ان نركب فيه الاجانة وهو انبوب جد ونركب على هـذا الانبوب < بشيون مطحون عليه >(٣) هو ونلصق < على هـذا البشيون على الذكر منه قضيب >(٤) عليه وز على مثال ما يتخذه الناس وليكن الثقب < الذي في الذكر من الفشيون >(٥) مـع قضيب وز في سطح واحـد لكي(٦) اذا ادير القضيب الذي عليه وز ودار بدورانه < الذكر من البشيون >(٧) حتى يصير قضيب وز مع انبـوب < جد في سطح واحـد يكون حينئذ البشيون مفتوح ويجري الما في انبوب جد >(٨) < ونركب تحت انبـوب جد حوضا عليه م >(٩) < ليكون انبوب جد اذا جرى فيه الما ينصب الى حوض م >(١٠) ونعمـل في حوض م دبة عليها ط ونخرج من سطح الدبة الاعلى(١١) < قضيب ملتزق >(١٢) بالدبة(١٣) احـد طرفيه(١٤)

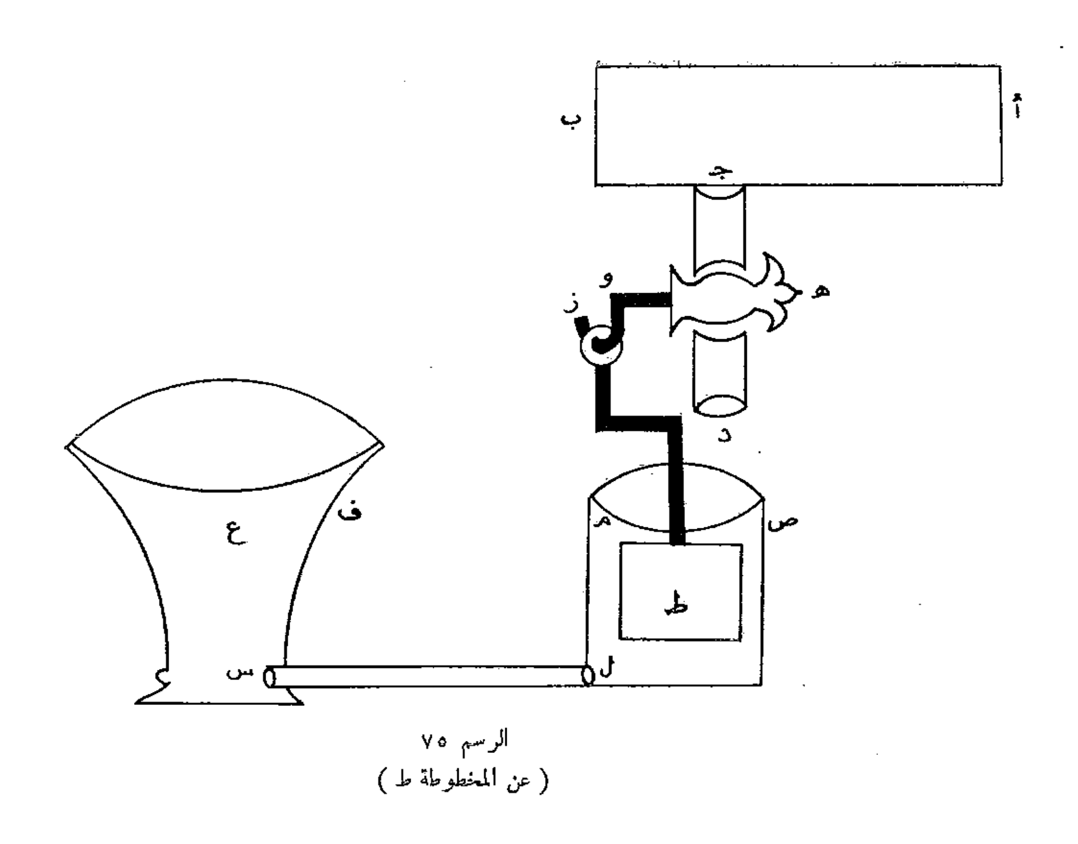
---

(١) ط : تنقص هذه العبارة
(٢) ب : غير واردة
(٣) ف،ب : الفشيون المطحون وعليه
(٤) ف،ب : على الذكر من هذا الفشيون قضيبا
(٥) ف،ب : من الذكر الذي في الفشيون
(٦) ب : غير واردة
(٧) ب : انه الفشيون
(٨) ب : غير واردة
(٩) ط : الى حوض عليه
(١٠) ب : غير واردة
(١١) ط : غير واردة
(١٢) ب : قضيبا ملتصقا
(١٣) ب : غير واردة
(١٤) ف،ب : طرفيه بدبة ط

وينتهي الطرف الاخر الى قضيب وزَ < ونعمل هــذا الطرف حلقة >(١٥)
وندخــل قضيب وزَ في هذه الحلقة لكي اذا ارتفعت دبة طَ من المـا الــذي
ينصب الى حوض مَ يدور البثيون وينغلق ونجعل موضعه الذي ينغلق فيه اذا
بلغ الما من حوض مَ الى علامـة صَ ونركب الاجانة حيث شينا من المواضع
وهي التي عليها عَ ويصير راســها مساوي لراس حوض مَ في الارتفــاع
وراس الاجانة عند علامـة فَ(١٦) ونخرج من اسفل الاجانة او قريب مـــن
اسفلها من موضع علامة(١٧) سَ انبوب الى حوض مَ || على مثال ما صورنا 70 R (T)
عليه سلَ . فقد تبين مما مثلنا ان دبة طَ اذا كانت في اسفل حوض مَ < يكون
البثيون مفتــوح ويجري الما الى حوض مَ >(١٨) ويجري من حوض مَ الى(١٩)
انبـوب لسَ الى الاجانة(٢٠) اجانة عَ والدبة ترتفــع دايما فاذا(٢١) بلغ الما الى
علامتي صَ فَ < ينغلق البثيون >(٢٢) فلا يجري منــه شي فمتى غرف من
اجانة عَ شي من الما او قرب اليها دواب تشـرب منها ينقص(٢٣) الما < عـــن
علامتي >(٢٤) صفَ وتستقل دبة طَ(٢٥) وينفتــح البثيـون ويجري الى حوض
مَ مثل الما الذي اخـــذ(٢٦) وذهب من اجانة عَ(٢٧) وكذلك لا يزال الفعل وذلك
ما اردنا ان نبين < وهذه صورة ذلك >(٢٨) .

---

(١٥) ف،ب : عليه طحَ ويلصق على طرفه الذي عليه حَ حلقه عليها حَ
(١٦) ب : بَ
(١٧) ب : غير واردة
(١٨) ف،ب : غير واردة
(١٩) ف،ب : في
(٢٠) ف،ب : غير واردة
(٢١) ف،ب : حتى اذا
(٢٢) ف،ب : ينغلق حينئذ الفثيون
(٢٣) ب : ببعض
(٢٤) ب : غير واردة
(٢٥) ب : صَ
(٢٦) ب : جرى
(٢٧) ب : غير واردة
(٢٨) ف،ب : غير واردة



الرسم ٧٥
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

(١) تستخدم هذه المنشأة مبدأ توازن السوائل بشكل مباشر .

(٢) نجد هنا الية لاقفال الصمام وفتحه وقد وردت مثل هذه الآلية ايضا في الشكل ٨٧ وغيره .

(٣) ان القضيب وز في منتهى الاهمية من الوجهة التاريخية فهو عبارة عن ذراع مرفــق (Crank) . وكان هيل قد افترض بان الجزري كان اول من استخدم المرفــق في الآلات . وقد راجع نفسه بعد ترجمته لكتاب بني موسى (انظر هيل) حيث يبدو ان بني موسى استخدموا ذراع المرفق في هذا الشكل . صحيح ان الجزري استخدم ذراع المرفق في آلة تدور باستمرار وتحت الحمولة المستمرة كما هو الحال في الآلات الحديثة الا ان بني موسى استخدموا هنا المرفق وهو ذراع لا يدور باليد بل بوسيلة آلية .

نريد ان نبين كيف نعمل جام مركب على قاعدة يصب في القاعدة الشراب فاذا قطع الصب يبتدي الشراب فيجري الى الجام(١) حتى يمتلي الجام فكلما اخذ من الجام شي من الشراب يرجع اليه مثله ويبقى على حال واحدة لا ينقص البتة . ولو كان(٢) جعل مكان الشراب زيت ومكان الجام مسرجة او قنديل لصارت المسرجة ابدالا تنقص وكلما || اكلت النار شي من الزيت 70 V (T) رجع مثله(٣) الى المسرجة مثله وان(٤) جعل مكان الجام اجانة او طست ثم شربت منها الدواب < او احد من >(٥) الناس لكانت لا تنقص ومثال ذلك انا نعمل انا حسن الشكل كيف شينا وليكن عليه ا بف ونقطع وسطه بنصفين(٦) بصفيحة لع ونقطع قسمه الاسفل الذي عليه لع ف بصفيحة في السمك وعليها صح ونثقب في صفيحة لع ثقب عليه و ونركب عليه باب(٧) يكون انفتاحه الى فوق ونثقب في سطح ا ب(٨) ثقب واسع عليه ج وندخل فيه انبوب واسع عليه جز ونخرج من اسفل انبوب جز انبوب يرتفع الى اعلاه وينفذه وعليه ز د ونعمل حوضين صغيرين عليهما خه م ونصل ما بينهما بانبوب عليه مخ ونركبهما على مثال ما صورنا ونقيم تحت وسط انبوب

(١) ف، ب : الجامة
(٢) ف، ب : غير واردة
(٣) ف، ب : غير واردة
(٤) ف، ب : ولو
(٥) ف، ب : واخذ منها
(٦) ف، ب : غير واردة
(٧) ف : بابا مطحونا ب : بابا
(٨) ب : آ ر

مخ قضيب عليه ط ي[٩] ونثبته[١٠] مع الأنبوب عند علامة ي بمحور وليكن انبوب ز د يصب الى حوض ه خ ونصل ما بين الذكر من الباب الذي عليه و وبين[١١] اسفل حوض ه خ بقضيب هو لكي اذا استقل حوض م ارتفع حوض ه خ وانفتح باب و ونخرج من اعلى حوض ا بع من علامة آ[١٢] انبوب ينفذ صفيحة لع ويدخل الى < حوض لح >[١٣] وعليه ا س ومن هذا الانبوب < يدخل الهوا ويخرج >[١٤] ونعمل < جام عليه علامة تك ونركبه >[١٥] حيث شينا بعد ان يكون راس الجام وهو اعلاه ارفع من طرف الانبوب الذي عليه س بشي يسير ولتكن علامة س محاذيه من الجام لعلامة م[١٦] ونعمل في الجام تمثال طير ونخرج من حوض لحص[١٧] انبوب يدخل في رجل التمثال ويخرج من منقاره على مثال ما صورنا وعليه تم[١٨] .
فقد تبين مما وصفنا ومثلنا انا اذا صببنا الشراب او الزيت او بعض الرطوبات من راس الانا من ثقب ج يجري في انبوب جز وينصب من انبوب ز د الى حوض خه ويخرج من حوض خه[١٩] الى حوض م في انبوب خم < ويفيض من حوض م >[٢٠] || الى انا ا بعل[٢١] فاذا قطع الصب يتفرغ حوض خه ويبقى حوض م مملوا فيستقل ويرتفع حوض خه وينفتح باب و وتجري 71 R (T)

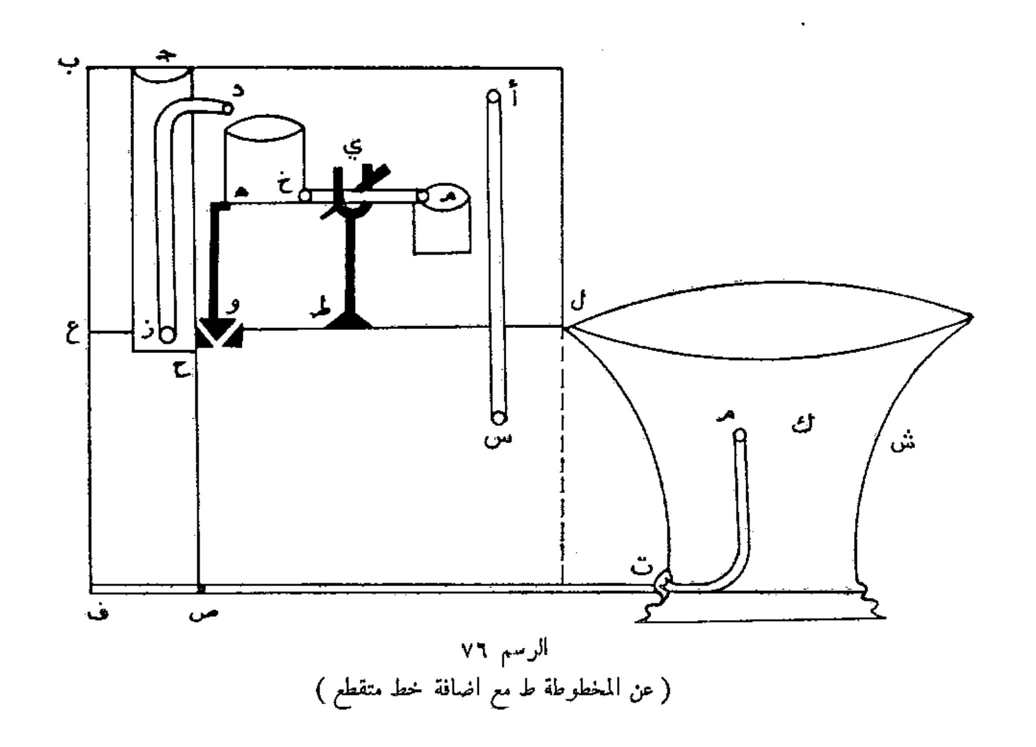
---

(٩) ط : ط
(١٠) ب : وسيبه
(١١) ط : ومن
(١٢) ط،ف : ل ، والرسم في ط : آ
(١٣) ف،ب : انا لحض
(١٤) ف،ب : مدخل الهوا ومخرجه
(١٥) ف : جاما عليه لك ونركبه ب : حوضا عليه لك ونركب
(١٦) ف،ب : ش
(١٧) ط : لح
(١٨) ف : ر ب : س
(١٩) ب : ره
(٢٠) ب : غير واردة
(٢١) ب : اثقل

الرطوبة[٢٢] الى انا حص والى جام ك فاذا بلغ الشراب او الرطوبة في الجام وفي انا حص الى علامتي[٢٣] س ش انقطعت الرطوبة فلا يسيل[٢٤] منها شي الى جام ك[٢٥] وحوض حص لانه قد انسد طريق مخرج[٢٦] الهوا الذي هو[٢٧] انبوب ا س[٢٨] وقد تبين انه متى اخذ من جام ك شي من الرطوبة شراب كان او غيره ينكشف طرف الانبوب الذي عليه س ويدخل الهوى[٢٩] من انبوب سل[٣٠] الى حوض ا بع وتسيل منه[٣١] من الرطوبة مثل ما اخذ من الجام وقد تبين ايضا انه لو جعل[٣٢] مكان الجام مسرجة فيها فتل < مستوقدة بالنار >[٣٣] لكان الزيت كلما نقص رجع الى السراج[٣٤] مثل ذلك من[٣٥] الزيت وذلك ما اردنا ان نبين[٣٦] .

---

(٢٢) ف : الرطوبات
(٢٣) ط : علامة
(٢٤) ف،ب : يجري
(٢٥) ط : ط
(٢٦) ب : غير واردة
(٢٧) ب : ه
(٢٨) ط : لس — ف : ل س وهو نفس ط الانبوب ا س
(٢٩) ف،ب : في
(٣٠) وهو نفس الانبوب ا س
(٣١) ب : غير واردة
(٣٢) ب : كان
(٣٣) ب : مستوقدة فاعلم ذلك بالباب
(٣٤) ط : غير واردة
(٣٥) ف،ب : غير واردة
(٣٦) ب : والسلام



الرسم ٧٦

(عن المخطوطة ط مع اضافة خط متقطع)

ملاحظـات :

(١) اهمل الرسم الاصلي في المخطوطة جانب الحوض الايمن والاسفل وقـد رسم بخط متقطع .

(٢) الانبوب الذي يصل الحوض ل ح ص بالإجانة يجب ان يرتفع قليلاً فوق ارضيـة الحوض وان لا يمتد الى النقطة ص (او الى النقطة ف) كماهو مرسوم خطأ في المخطوطة ط .

الشكل السابع والسبعون (عز) 71 R (T)

صنعة جام او اجانة فارغة مركبة على قاعدة نصب فيها رطلين او ثلاثة
شراب ويوخـــذ منها اضعاف ذلك وهي لا تنقص فان كان الذ ي ياخذ منها
ويغرف < حاذق عارف عالم بها >(١) < فانها تنقص ويفنـا كل شي فيهـــا
سريع فان لم يكن حاذق بعملها >(٢) فانه يشرب منها اضعاف(٣) كثيرة لمـــا 71 V (T)
صب فيها وهي لا تنقص وان صب فيها مكان < الشراب ما >(٤) فقرب اليها
ماية دابة واكثر من ذلك الى الف والفي دابة بعد ان يقرب الدواب < واحد
بعد واحد >(٥) فان جميع الدواب تروى منها(٦) وان قرب الى الاجانـــة(٧)
دابتين او ثلاثة < مرة واحدة >(٨) ضربة فشربت يفنا كل شي في الاجانة(٩) .
فنعمل لذلك مثال انا حسن الصنعة ان شينا مدورا شبيها بالاسطوانة وان شينا
مربع او غير ذلك من الاشكال التي يستحسن شكلها وعليه جد طح ونقطعه
بصفيحـــة ك ص وليكن < الجام الذي >(١٠) يشـــرب < منها عليها >(١١)
علامة ش ه ونركبها في الموضع الذي صورنا ونعمل في داخل الانا < حوض

---

(١) ف،ب : حاذقا عالما بعملها
(٢) ف،ب : غير واردة
(٣) ب : غير واردة
(٤) ف،ب : الما شراب
(٥) ف،ب : واحدا واحدا
(٦) ف،ب : كلها
(٧) ف : الانجانة
(٨) ب : غير واردة
(٩) ف : الانجانة
(١٠) ف : على الجام التي ب : ك ص وليكن الجام التي
(١١) ف : غير واردة

عليه و با محاذي >(١٢) للجام وراس هــذا الحوض مــع راس الجام(١٣) في الارتفاع او شبيه بذلك ونخرج من اسفل الجام الى اسفل الحوض انبــوب يصل بينهما وعليه ه ب وينبغي ان يكون طرفه الذي عليه ه خفي لا يظهر ولا يرى في الجام ونعمــل في حوض و با دبة عليها س ز(١٤) مما يطفــوا على الشراب كما فعلنا في غــير موضع ونعمل حذى(١٥) حوض و با في صفيحة ك ص ثقب(١٦) عليه علامة ل ونعلق على هــذا الثقب باب مطحون على مثال ما صورنا له ذكرين احدهما ينفتح الى فوق والاخر ينفتح(١٧) الى اســفل وعلى احد الذكرين علامة ل وعلى الاخر علامة م(١٨) ونصل ما بين الذكرين بقضيب لم وليكن هــذا القضيب يمتد حتى يلصق طرفه الاخر بسطح الدبة في موضع ز ولتكن علامة و بحذى علامــة ش وهما جميعا في سطح الافق وهما دون راس الجام بشي يسير وليكن التقدير على انه اذا ارتفعت الدبة الى نقطة و اطبق(١٩) الذكر الذي عليه م الانثى(٢٠) واذا استقرت الدبة في اسفل حوض و با اطبق(٢١) الذكر الذي عليه ل الانثى(٢٢) ونثقب في موضــع ف ثقب خفي || لخروج الهوى . فقد تبين انا اذا صببنا الشراب الى الانا الذي 72 R (T)
عليه جك د ص وهــو الخزانة باي قدر شينا ثم وضعنا الجام في مجلس وصب فيها رطلين او(٢٣) نحو ذلك شــراب يجري الشراب في ثقب ه وانبوب ه ب

---

(١٢) ف : حوض و يا محاذيا ب : حوضا و يا محاذيا
(١٣) ف،ب : الجامة
(١٤) ط : س ف : س ز
(١٥) ف،ب : بحذا
(١٦) ف : ثقبا ب : ص ل ثقبا
(١٧) ف،ب : غير واردة
(١٨) ب : غير واردة
(١٩) ف،ب : انطبق
(٢٠) ف : على الانثى ب : غير واردة
(٢١) ف : انطبق ب : غير واردة
(٢٢) ب : غير واردة
(٢٣) ف،ب : و

الى حوض و با < وترتفع دبة س وينفتح باب ل >[٢٤] وينصب الشـــراب الى حوض و با ويجـــري في الانبوب الى الجـــام < الشراب حتى يمتـــلي الجام >[٢٥] الى علامة ش فعند ذلك ترتفع الدبة وينطبق الباب باب م < كما بينا وكلما غرف من الجام شي استقلت الدبة وانصب شراب بمقدار ما اخذ وغرف من الجام فان كان انسان حاذق يغرف بقدح كبير مدارك[٢٦] بقدر ما يكون شـــربه اكثر مما ينصب[٢٧] من باب ل فعند[٢٨] ذلك تستقل دبة س وينطبق[٢٩] باب ل >[٣٠] بذكر ل ويفنى كل شي في الجام ولهـــذه العلة اذا جعل مكان الشراب ما وشربت الدواب واحد واحد تروى كلها فان قرب اثنين او ثلاثة[٣١] فشربت يكون شربها اكثر مما يخرج من باب ل فتستقل دبة س وينطبق باب ل من فوق فلا يجري منه شي ويفنا عند ذلك كل شي في الجام او الاجانة[٣٢] وذلك ما اردنا ان نبين .

---

(٢٤) ف،ب : وينفتح دبة س وينفتح باب ك

(٢٥) ب : غير واردة

(٢٦) ب : متدارك

(٢٧) ب : ما يصب

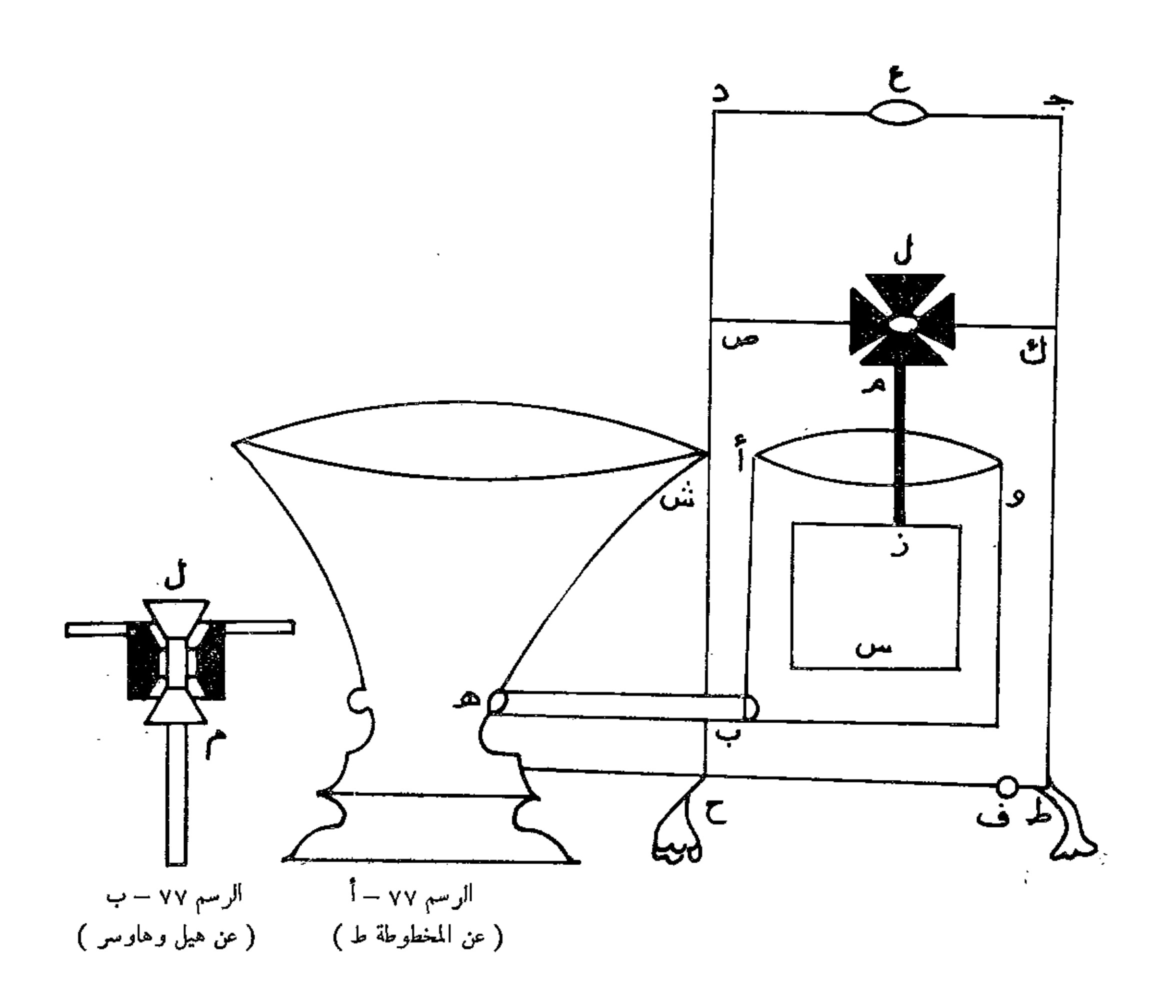
(٢٨) ب : فنسل

(٢٩) ب : ونطبق

(٣٠) ط : هذه العبارة مكررة وقد اشير الى ذلك في حاشية المخطوطه

(٣١) ف : ثلاثة بمرة ب : ثلاثة بمرة واحدة

(٣٢) ف : الانجانة ب : غير واردة



الرسم ٧٧ — أ
(عن المخطوطة ط)

الرسم ٧٧ — ب
(عن هيل وهاوسر)

ملاحظـــات :

يحتوى هذا الجهاز على صمام هام فريد من نوعه وهـــو صمام له مقعدان وسدادان . والسدادان او الذكران متصلان بقضيب واحـــد . فالصمام اذن مزدوج المفعول ذو مخرجين . والرسم المبين في المخطوطة غير واضح بالنسبة لهـــذا الصمام ولذلك اوردنا الرسم التوضيحي ٧٧ — ب .

الشكل الثامن والسبعون (ع)

صنعة جام او اجانة او بعض الاواني يركب(١) في متوضا او حمام او رواق او حيث احب || الانسان لا يزال دهره فيه الما وكلما اخذ منه شي 72 V (T)
عاد اليه مثل ذلك < ويكون فوقه >(٢) تمثال هو الذي يصب الى الانا مكان ما يغرف منه . وقد يستقيم < ان يكون الانا >(٣) جام ويكون مكان الما شراب . فنعمل لذلك انا عليه عكقس ونقطعه بصفيحة عليها اب كما فعلنا في الشكل الذي قبل هذا لكي يكون انا عا كب(٤) هو الخزانة التي يكون فيها الشراب او الما وليكن(٥) الانا الذي عليه شف هو الجام <والاجانة التي يغرف ويشرب منها >(٦) ويصب اليها التمثال مكان ما يوخذ(٧) منها . ونعمل في قسم الانا الاسفل وهو الذي عليه ابقس < حوض يحاذي >(٨) جام شف وعليه صل ونصل بين حوض صل وجام شف بانبوب لش وليس بين كلامنا في هذا الشكل وغيره على الجام <أو الاجانة فرق >(٩) لانه سوا في المعنى الذي نريده قلنا(١٠) جام او اجانة ونعمل في حوض صل دبة عليها ح ولتكن تطفوا على الما والشراب < هذه الدبة >(١١) ونلصق على سطحها الاعلى

---

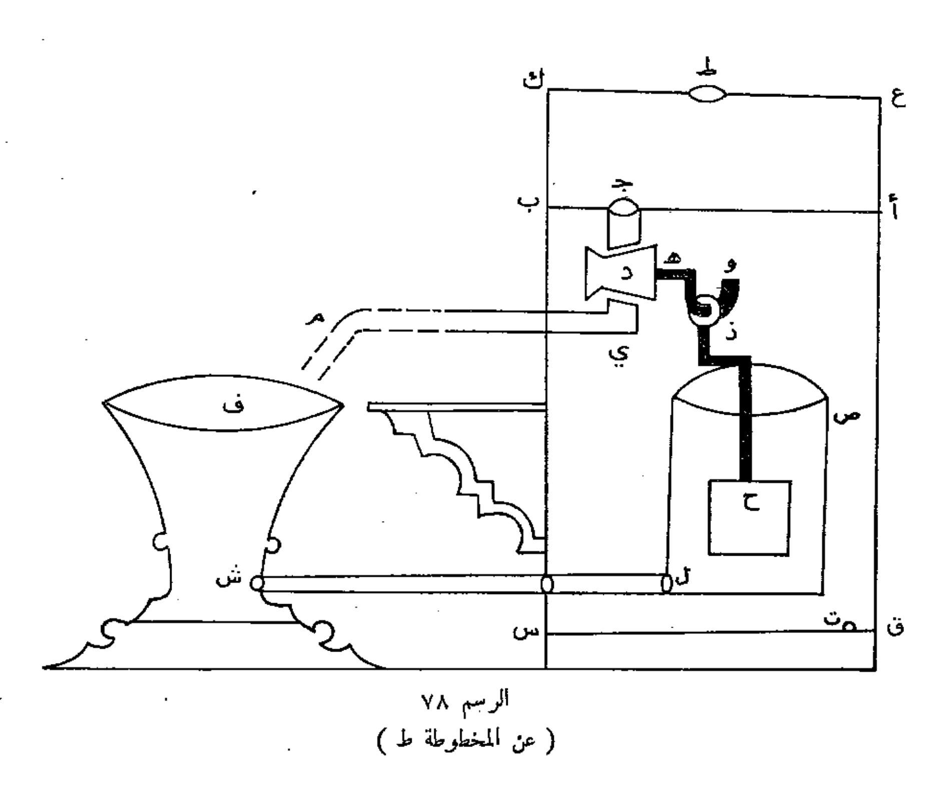
(١) ب : ونركب
(٢) ف : ويكون ذلك فوقه   ب : ذلك فوقه
(٣) ف، ب : ان يكون هذا الانا
(٤) ب : عادب
(٥) ف، ب : ويكون
(٦) ف : او الانجانة التي يغرف منها ويشرب منها . ب : او الاجانة التي يغرف منها ويشرب
(٧) ب : اخذ
(٨) ف، ب : حوضا محاذي
(٩) ط : والاجانة فرقان
(١٠) ط : ولنا   ب : قدما
(١١) ب : غير واردة

< قضيب قايم >[١٢] في السمك عليه ح ز ونلصق على طرفه الذي عليه ز حلقة ونعمل تمثال[١٣] أي صورة شينا وعليه علامة م ونركبه فوق الاجانة على < قدر ما صورنا او شبيه >[١٤] بذلك ونثقب في صفيحة اب ثقب عليه جـ ونخرج منه بثيون جي والذكر في[١٥] البثيون هو الذي عليه د ونلصق بالذكر قضيب كما يعمل الناس في البثيونات لكي يسهل دوران الذكر وفتح البثيون وغلقه[١٦] بهذا القضيب وعلى القضيب علامة و هـ وندخل طرف القضيب الذي عليه و في الحلقة لكي اذا ارتفعت الدبة وبلغت موضع ص < يغلق الفثيون فلا يسيل فيه شي ولتكن علامة ص محاذية لعلامة ف لكي يكونا جميعاً في سطح الافق واذا استقلت دبة ح عن علامة ص >[١٧] ينفتح البثيون ويخرج[١٨] فيه الما ونصل بطرف بثيون جدى الذي عليه ى انبوب عليه مي ينتهي الى الصنم ويدخل في جوفه ويخرج من فمه على مثال ما صورنا لكي تكون الرطوبة || اذا خرجت[١٩] وجرت في انبوب جيم تسيل الى 73 R (T)
اجانة شف ونثقب في سطح خزانة عا بك ثقب عليه ط وليكن واسع ونثقب في اسفل[٢٠] الانا ثقب خفي عليه ت[٢١] < فيخرج منه >[٢٢] الهوى . فقد تبين مما وصفنا انا اذا صببنا الما من ثقب ط الى خزانة عا بك يجري في انبوب جيم ويخرج من فم الصنم < وينصب في الاجانة التي عليها شف ويجري في

---

(١٢) ف : قضيبا قايما ب : قضيبا
(١٣) ط : المثال أي الصورة
(١٤) ف،ب : على تمثال ما قد صورنا او شبيها
(١٥) ف،ب : في هذا
(١٦) ط : ونعلقه
(١٧) ط : هذه العبارة ناقصة
(١٨) ف،ب : ويجري
(١٩) ف،ب : غير واردة
(٢٠) ب : غير واردة
(٢١) ف : آ
(٢٢) ف،ب : لخروج

انبوب شل الى حوض ل ص وترتفــع دبة ح فاذا بلغت الدبة موضع ص ينغلق البثيون ولا يصب التمثال شي من الرطوبة فكلما غرف من الجام شي استقلت الدبة[٢٣] دبة ح وانفتح البثيون ويجري من فم الصنم >[٢٤] مثـــل ما اخذ من الما والشراب ثم يمتنع فلا يصب شي وذلك ما اردنا ان نبين . < وقد يستقيم هذا العمل في الحمامات والمتوضيات وبقرب الأنهار >[٢٥] .



الرسم ٧٨
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

يشبه هذا الجهاز في تصميمه الشكل ٧٥ غير ان السائل ينصب الى الجام او الاجانـــة من الاعلى بدلاً من ان يأتي من الحوض الداخلي .

---

(٢٣) ف : غير واردة
(٢٤) ب : غير واردة
(٢٥) ط : العبارة ناقصة

73 R (T)

الشكل التاسع والسبعون (عط)

صنعة جام[1] او بعض الاواني مركبة على قاعدة أو في رواق او حيث احب الانسان وتكون < فارغة وفوقها >[2] تمثال فاذا صب فيها شراب حتى يمتلي او يقارب ذلك ‖ وغرف[3] منها < شي او اخذ من الشراب شي >[4] 73 V (T) فان التمثال يصب اليها مثل ما غرف[5] منها واذا كان الذي يشرب من الجام حاذق بعملها فانه < اذا شرب >[6] منها نفذت سريع وان كان جاهلا بعملها شرب منها اضعاف كثيرة لما صب فيها وهي لا تنقص وان جعل مكان الجام اجانة وصب فيها ما ثم شرب منها دواب كثيرة واحد بعد واحـــد تروى الدواب كلها ويكون التمثال يصب لها[7] وتبقى الاجانة مملوة وان < قربت ثلاثة >[8] دواب او اربعة ضربة واحدة للشرب[9] من الاجانة يفنا كل شي في الاجانة ولا يصب الصنم شي كانه يغضب .

فنعمل لذلك انا عليه < ا بج ق >[10] كما عملنا في غير موضع ونقطعه بصفيحة عليها طع ليكون الانا الذي عليه ابطع هـــو الخزانة < التي فيها >[11]

---

(١) ب : جام او اجانة او بعض
(٢) ب : فاعرة فوقها
(٣) ف،ب : ثم غرف
(٤) ف : او اخذ شي من الشراب — ب : واحدا شيئا من الشراب
(٥) ف،ب : ما اخذ
(٦) ب : يشرب
(٧) ف،ب : اليها
(٨) ب : قربت ثلاث — ط : قرب ثلاثة
(٩) ف : ليشرب — ب : يشرب
(١٠) ف : ا كق — ب : ا نحو ما
(١١) ف،ب : التي يكون فيها

الشراب او الما < ونثقب في اعلا هذه الخزانة ثقبا نصب منه الشراب وعليه ح >[12] ولتكن الجـام هي[13] التي عليها عـلامتي[14] ز ص . ونعمـل في داخـل الانا < حوض عليه شلك ونصـل بين >[15] الحوض[16] والجـام بانبوب س ز وليكن راس هـذا الحوض[17] وراس الجام في سطح الافـق ونعمل فوق الجام تمثال صنم < على ما صورنا >[18] < عليه علامـة ل >[19] ونعمل في حوض شلك[20] دبة عليها ظ ونلصق على < اعلا علامـة >[21] الدبة قضيب وفي طرفه الاخر حلقة كما عملنا قبل < وعلى طرفيه ظد >[22] ونثقب < في صفيحـة >[23] طع ثقب[24] ف ونخـرج < من ثقب ف >[25] بثيون فهخ وعلى الذكر علامة ه ونعمـل < قضيب يلصق >[26] بالذكر كما فعلنا قبل وعليه و ر وندخل طرف هـذا القضيب في حلقة د كما مثلنـا لكي[27] اذا ارتفعت الدبة انفتح البثيون فاذا بلغت موضع ش انغلق البثيون واذا استقلت ايضـا فصارت الى اسفل حوض شلك[28] واستقرت[29] ينغلق

---

(١٢) ف،ب : غير واردة
(١٣) ب : غير واردة
(١٤) ط : علامة
(١٥) ف،ب : حوضا عليه ش ل ونصل ما بين
(١٦) ب : الحوضين
(١٧) ب : في
(١٨) ب : على مثال ما صونا
(١٩) ف : عليه علامة ك — ب : غير واردة
(٢٠) ف،ب : س ل
(٢١) ف،ب : غير واردة
(٢٢) ف : وعليه — ب : ط
(٢٣) ف،ب : في اعلاه صفيحة
(٢٤) ف،ب : ثقبا عليه
(٢٥) ف،ب : منه
(٢٦) ف،ب : قضيبا يلصقه
(٢٧) ب : لك
(٢٨) ف،ب : س ل
(٢٩) ب : واستقلت فيغلق

البثيون واذا ارتفعت ولم تبلغ علامة شن يكون البثيون مفتوح فاذا بلغت علامة شن انغلق ايضا ونعمل تحت طرف البثيون الذي عليه خ حوض صغير عليه خم ونخرج من اعلى حوض خم او قريب من اعلاه من عند[30] علامة م انبوبا < يدخل جوف >[31] الصنم ويخرج من فمه كما < فعلنا من قبل >[32] لكي اذا || خرجت[33] الرطوبة في انبوب مل ينصب من[34] فم 74 R(T)
الصنم الشراب .

فقد تبين مما وصفنا انه اذا صب من الشراب من ثقب ح الى خزانة ا طعب كم[35] شيئا لا يسيل من < الشراب شي >[36] من فم الصنم فاذا صببنا الشراب في جام < ز ص يجري في انبوب زس الى حوض شلك وترتفع دبة ظ وينفتح >[37] بثيون فخ ويجري الشراب الى حوض مخ الصغير فاذا بلغ الشراب علامة م يجري في انبوب مل ويخرج من فم الصنم الشراب وينصب[38] الى الجام فاذا بلغت الدبة الى[39] موضع شن الذي هو مع علامة ص في سطح الافق ينغلق البثيون وانما عملنا حوض خم لكي اذا انفتح البثيون لا يجري الشراب في ذلك الوقت الى الجام ولا يسيل من فم الصنم شي < الا بعد >[40] ان يمتلي حوض خم < والى ان يمتلي حوض

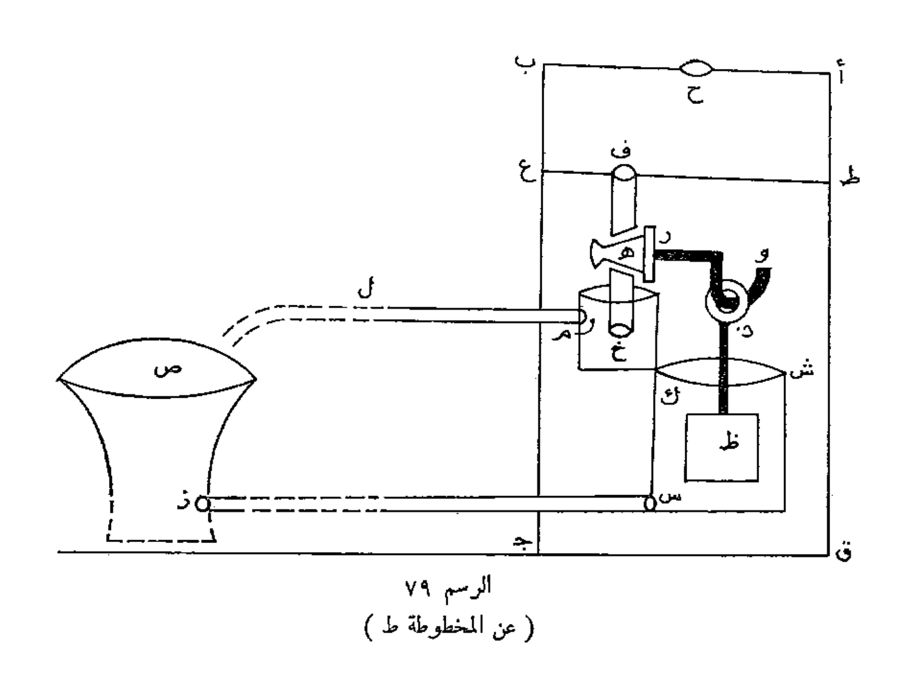
---

(٣٠) ف،ب : غير واردة
(٣١) ف،ب : يدخل في جوف
(٣٢) ف،ب : عملنا قبل
(٣٣) ف،ب : جرت
(٣٤) ب : في
(٣٥) ف،ب : كيف
(٣٦) ف،ب : البزال شي من الشراب
(٣٧) ف : ر ص يجري الى انبوب ر س الى حوض س ل وترتفع دبة ط فينفتح
ب : و ص الى انبوب ر س الى حوض س ل وترتفع دبة ط فينفتح
(٣٨) ف،ب : غير واردة
(٣٩) ف،ب : غير واردة
(٤٠) ف،ب : الى

خمَ >[٤١] نكون قــد صببنا في الجام ما اردنا من الشـراب فمتّى غرف من الجام شي من الشراب تستقل الدبة وينفتح البثيون ويجري الشراب من فـــم الصنم الى الجام بمقدار ما غرف منها فاذا كان الذي يغرف من الجام حـــاذق فليغرف بقــدح كبير وليشرب[٤٢] مدارك لكي يكون شربه < اكثر مما ينصب من >[٤٣] بثيون فخَ من الشراب فاذا فعــل ذلك استقلت دبــة ظَ بسرعة وصارت الى اسفل حوض شلك[٤٤] وانغلق البثيون ويفنا كل شي في الجام عاجلا ولهذه العلة || لو كان مكان الشراب ما ثم[٤٥] شربت الدواب 74 V (T)
واحد واحد لم يفنا ما في الاجانة[٤٦] فاذا شــرب ثلاثة دواب او اربعــة ضربة < واحــدة يفنا كل شي في الاجانة >[٤٧] وذلك ما اردنا ان نبين < فافهم ذلك >[٤٨] .

---

(٤١) ب : غير واردة
(٤٢) ف،ب : ويشرب
(٤٣) ط : اكثر من
(٤٤) ف،ب : س ل
(٤٥) ب : غير واردة
(٤٦) ب : الجام
(٤٧) ف : في كل شي في الاجانه ب : غير واردة
(٤٨) ط : غير واردة



الرسم ٧٩

(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

(١) هذا التصميم مشابه لتصميم الجهاز رقم ٧٧ الذي كان مزوداً بباب مطحون مزدوج المفعول .

(٢) نجد ان الحوض خ م قد اضيف الى النظام في خط صب السائل من اجل تبطئة معـــدل التصريف . ويدل ذلك على ان بني موسى فهموا بان منحني هبوط الضغط اقل انحداراً باستخدام الباب المطحون مما هــو عليه باستخدام الفثيون فلقد لاحظوا بان مثل هـــذا الحوض خم ليس ضروريا في الشكل ٧٧ .

64 V (V)

الشكل الثمانون (ف)

صنعة جام او اجـــانة او بعض الاواني مركب في رواق أو(١) عـــلى قاعـــدة وفوقها تمثال ولتكن فارغة فاذا صب فيها الشـــراب يصب التمثال الشراب وما حتى يمتلي او يقارب ذلك فاذا غرف منها(٢) شي من الشراب الذي صب فيها يصب التمثال من فمه مثل المقدار الذي غرف منها شـــرابا ممزوجا بما . ‖ وان اردنا ان نبين الشراب < منفصل من الما وكل واحـــد 65 R (V)
ينصب >(٣) على حدته فعلنا ذلك . < وان اردنا ان يجري ممزوجا ومن يراه يحسبه شرابا صرفا فعلنا ذلك >(٤) . وان اردنا ان يصب التمثال عندما نغرف من الجام الشراب احيانا ما وحده واحيانا شرابا وحده فعلنا ذلك . وان اردنا ايضا ان نصير هذه الجام اذا ما شرب بها الحاذق بعملها < نفذ جميع ما فيها وان لم يكن حاذق لا تزال ابداً مملوة فعلنا ذلك >(٥) . فنعمـــل لذلك خزانة كما عملنا قبل عليها يجقس(٦) ونقطعها بصفيحة ك ل ونعمل فوق الصفيحـــة حوضين عليهما ط ح ونثقب في اعلا الخزانة ثقبا عليه ا ونخرج منه قمعـــا عليه ا د < منعطف الرأس >(٧) على مثال ما صورنا لكي اذا صب الشراب بقـــوة يجري الى حوض ط واذا صب الما برفق يجري الى حوض ح وليكن

(١) ف : غير واردة
(٢) ب : غير واردة
(٣) ف : < مفصلا من الما واحد ينصب >
(٤) ط : غير واردة
(٥) ف : ينفذ فعلنا ذلك واذا لم يكن حاذقاً لا تزال ابداً مملوة فعلنا
(٦) ط ، ف : بجقت ، يوجد احيانا خلاف بين رموز الرسم في المخطوطة ف وبين الرموز الواردة في النص ، ولا بد من تبني رموز احدهما
(٧) ف : منعطفا

الجام عليها علامـــة صو(٨) ونركبها في الموضع الذي صورنا ونعمل في اسفل الخزانة حوضا عليه علامة ف كما عملنا فيما(٩) تقدم ونصل ما بين جـــام ص و(١٠) وحوض ف بانبـــوب عليه س ص ونعمل في حوض ف دبة عليها علامة ع ونلصق في اعلاها قضيبا عليه ع ش وفي اعلا القضيب حلقة ملصقة عليها ش كما عملنا فيما تقدم ونعمل مثالا لبعض الحيوان كما صورنا وعليه علامة ن(١١) ونخرج من حوضي ط ح فثيونين عليهما ط ى ح ل(١٢) ونصل الفثيون بانبوبين <يدخلان>(١٢) في جوف الصنم ويخرجان من فمه كما صورنا وعليهما(١٣) || ن ي ن ل(١٤) وعـــلى الذكرين عـــلامتي و ه. ونصـــل ما بين الذكريـــن بقضيب نلصق طرفيه بالذكرين ونخرج من وسط هذا القضيب او قريبا من وسطه من موضع علامة ر قضيبا عليه ر م يقوم منه على زوايا قايمة ويكون في طرفه الذي عليه م اعوجاج على مثال ما صورنا وندخل الطرف الذي عليه م في حلقة ش لكي اذا ارتفعت الدبة حملت الحلقة قضيب ر م وادارته فيدور بدورانه الذكرين من الفثيونين وينفتح الفثيونين . فاذا انتهت الدبة الى موضع علامة ط التي هي بحذا علامة و ينغلق ايضا الفثيونين . فقد وضح مما وصفنا انا اذا صببنا الشراب من ثقب آ بقوة يجري الى حوض ط فاذا صب المـــا برفق يجري الى حوض ح . فاذا صببنا من الشراب والما في حوضي ط ح ما نريد ثم صب انسان اذا شا في جام ص و شراب فان الشراب يجري من الجام الى حوض ف(١٥) وترتفع دبة ع فينفتح الفثيونين ويصب الصنم الشراب او

---

(٨) ف : صر

(٩) ب : فيها

(١٠) ب : ص

(١١) ف،ط : الحرف هو ن على رسم المخطوطة ف وكذلك في نص ط أما في نص ف فترد ز

(١٢) ف : ط ى ح ل   (١٢) مكرر : وردت < يدخل > في المخطوطات .

(١٣) ط : ينتهي النص عند هذا الموقع حيث تحتوي المخطوطة ط على الصفحة V - 47 فقط

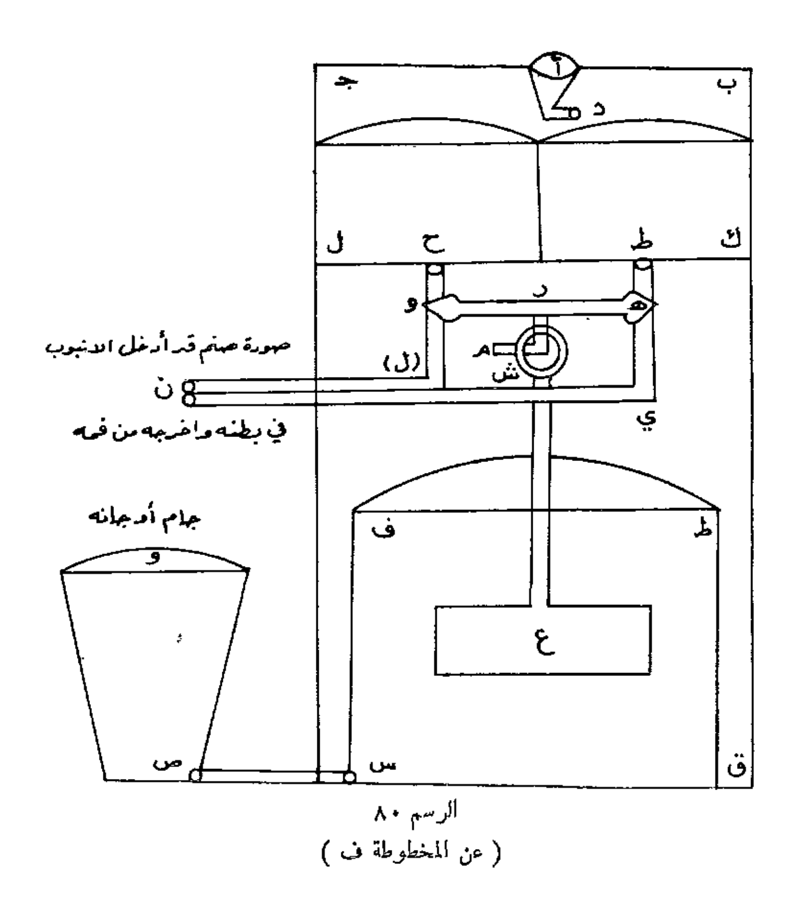
(١٤) ف : د ي ر ل

(١٥) ف : ص ف

الما اما اذا اردنا ممزوجا فانا نجمــع بين طرفي انبوبي ن ل ن ي[١٦] الى انبوب واحد ونخرج ذلك الانبوب من فم الصنم فاذا اردنا ان نخرج الشراب والمــا كل واحــد معتزل عن صاحبه فانا نغرق طرفي الانبوبين في موضع ن[١٧] ونميلهما || في جهتين مختلفتين[١٨] . فلا يزال الصنم يصب حتى تبلغ الرطوبة (V) 65 V الى علامتي ط و وترتفــع الدبة الى العلامتين فعند ذلك ينغلق الفشيونين ولا يصب الصنم شيا فمتى غرف من الجام شي من الشراب استقلت الدبة فانفتح الفشيونين وصب الشراب والما من فم الصنم حتى يصب مثل المقدار الذي غرف من الجام وتعــود الرطوبة الى علامتي ط و فان اردنا ان يكون الصنم يصب احيانا شرابا واحيانا ما فانا نقدر القضيب الذي الصقنا بالذكرين تقديرا حتى يكون اذا كان احــدى الفشيونين مفتوحا يكون الاخر مغلقا ابدا فعند ذلك يكون اذا صب في الجام في المبدى شراب يبتدي الصنم فيصب احيانا شرابا واحيانا ما وكذلك اذا غرف ربما يصب الصنم شرابا وربما يصب ما واذا كان الذي يشرب من الجام حاذقاً فشرب بقــدح كبير وبادر في الشراب حتى يكون ما يشرب اكثر مما يصب الصنم فانه يسبق وتستقل الدبة وينغلق الفشيونين وذلك ما اردنا ان نبين .

---

(١٦) ف : د ل ر ي
(١٧) ف : ر
(١٨) ف : مختلفين



الرسم ٨٠
(عن المخطوطة ف)

ملاحظـــات :

(١) يوجد القسم الاول من النص على المخطوطة ط وقـــد اعتمدت المخطوطة ف بعـــد تحقيقها من اجل بقية النص .

(٢) نلاحظ في هذا الرسم الفارق البين بين هذا الرسم ورسوم المخطوطة ط .

(٣) لا يظهر تمثال الحيوان في الرسم مع انه مذكور في النص .

(٤) الصمامات (السكورة) مرسومة بصورة رمزية تقريباً .

(٥) هذا الشكل هو بصورة عامة جهاز مضاعف للشكل ٧٩ .

(٦) نجد في هذا الشكل وكذلك في الشكل ٨٥ أن القضيب الصاعد من الدبة يقوم بتشغيل السكرين بواسطة ذراع المرفق . فالفعل اذن مشابه الى حد كبير لمحرك ذي اسطوانـــة واحدة . والحوض فَ يرادف اسطوانة المحرك والدبة (العوامة) عَ ترادف المكبس ، والقضيب ع شَ يرادف ذراع التوصيل ، والقضيب وَ هـ رَ مَ يكافىء عمـــود المرفق .

الشكل الواحد والثمانون (فا)

صنعة جامين مركبين على قاعدة يصب في كل واحد منهما بمقدار واحد شراب ويجلس بعض اهـل المجلس فيشربون من(١) احدى الجامين وبعضهم يشربون من الجام الاخر فاذا كان على احد الجامين انسان حاذق يشرب منها فان تلك الجام(٢) ينفذ ما فيها سريعا ويكون الجام الاخر لا ينقص ويسكر كل(٣) من عليها . وان تحـول الحـاذق بعملها الى هـذه الجام التي لا تنقص وتحول من كان على التي < لا تنقص الى التي تنقص >(٤) فان هذه التي كانت لم تنقص تصير < تنقص والتي قد كانت >(٥) اخذت في النقصان تصير لا تنقص .

فنعمل لذلك انا عليه علامات معيو(٦) ونقطعه بصفيحـة ل ص وتكون الخزانة هي(٧) التي عليها م ل ص ع(٨) وليكن على الجامـين(٩) علامتي ص ط ونعمل في داخل الانا على مثال ما صورنا حوضين متساويين وليكن احـد جوانب الحوضين مشتركا(١٠) وهـو الذي عليه علامة ز وليكن ارتفاعهما

(١) ب : غير واردة
(٢) ب : غير واردة
(٣) ب : غير واردة
(٤) ب : لا يتوضى على التي لا تنقص
(٥) ب : ببعض والتي كانت
(٦) ف : معند
(٧) ب : غير واردة
(٨) ب : ل ص ع
(٩) ب : الجامة
(١٠) ب : مشتركان

مثل ارتفــاع الجامين او اكبر قليلا وعليهما علامتي ا و ونعمل في هــذين الحوضين دبتين عليهما ح ه ونخرج من اسفل الجامين الى اسفل حوضي ا و انبوبي جا بو[١١] ونثقب في صفيحة ل ص ثقبي س ش ونلصق على ثقبي س ش فثيونين على مثال ما صورنا عليهما س ط ش ح ليكون مصبهما الى < حوضي ا و >[١٢] . ونلصق بالدبتين قضيبين في طرفيهما حلقتين كما عملنا فيما تقدم وعليهما ح د هو وندخــل القضيبين الملتزقين[١٣] بالذكرين من الفثيونين في الحلقتين على مثال ما صورنا وهما اللذان عليهما < ع م قل >[١٤] . ولتكن كل واحدة من دبتي ح ه اذا صارت في اسفل كل واحد من < حوضي ا و ينغلق >[١٥] الفثيون[١٦] الذي الدبة متعلقة به[١٧] واذا ارتفعت ايضا احــدى الدبتين فقابلت من الجامين علامتي س ش وصارت مع هاتين العلامتين في سطح الافق ينغلق ايضا[١٨] الفثيون الذي الدبة متعلقة به واذا كانت كل[١٩] واحدة من الدبتين فيما بين علامتي س ش وبين اسفل حوض ا < أو >[٢٠] و يكون الفثيونان مفتوحــين ونثقب من حوض ا الى حوض و ثقبا عليه ز وليكن ثقب ز ارفع من علامتي[٢١] ش س بشي يسير .

فقد تبين مما وصفنا انا اذا صببنا من ثقب ج[٢٢] ما اردنا من الشراب

---

(١١) ب : حر ر

(١٢) ب : حوض ا ر

(١٣) ب : غير واردة

(١٤) ب : حهم معا ف : حعم هفل (ملاحظة : لا ضرورة للحرف ح في حعم او الحرف ه في هفل)

(١٥) ب : غير واردة

(١٦) ب : الفثيونين

(١٧) ب : بهما

(١٨) ب : غير واردة

(١٩) ب : غير واردة

(٢٠) ف : اضيفت < أو > من أجل استقامة النص

(٢١) ب : علامة

(٢٢) ف : ح (ملاحظة : في سياق المخطوطة ف والمخطوطتين ط ، ب توجد اخطاء عديدة مسببة عن تشابه الحروف كالحرفين ج ، ح وكذلك ن ، ز ، د الخ ...)

يبقا في خزانة م ص فاذا صببنا في الجامين شـــراب يجري في انبوبي جا و ب الى حوضي ا و[٢٣] وترتفـــع دبتي ح هـ وينفتح الفثيونين[٢٤] ويجري الشراب في الفثيونين الى حوضي ا و[٢٥] ويخرج الى الجامين[٢٦] فاذا بلغ الشـــراب الى علامتي ش س تكون الدبتين قـــد ارتفعتا وانغلق الفثيونين[٢٧] . فان قعـــد رجـــل حاذق[٢٨] على جـــام ص واخر غـــير[٢٩] حـــاذق ‖ < على جام ط (V) 66 V ليشربوا >[٣٠] واســـرع الحاذق وعجل شربه وشرب < بقدح كبير >[٣١] لكي يكون ما يشرب اكثر ممـــا ينصب من فثيون س ط من الشراب[٣٢] الى حوض ا[٣٣] فان دبة ح[٣٤] تستقل وينغلق فثيون س ط ويقل الشـــراب في جام ص حتى ينفذ ايضا . ويكون القاعد على جام ط كلما شرب شيا رجع الى الجام مثله فان تحول الحاذق الى جام ط وتحـــول الجاهل الى جام ص التي نقص ما فيها < وقل جـــدا >[٣٥] فينبغي الحاذق ان ياخـــذ قدحـــا كبيرا فيغمسه في جام ط حتى يرتفع الشراب ويجري من حوض و في ثقب ز[٣٦] الى < حوض ا[٣٧] وترتفع دبة ح فينفتح فثيون سط ويعود الشـــراب يجري

(٢٣) ب : آ
(٢٤) ب : الفثيون
(٢٥) ب : آ
(٢٦) ف : الجانبين
(٢٧) ب : الفثيون
(٢٨) ب : غير واردة
(٢٩) ب : غير واردة
(٣٠) ب : على ط فشربوا
(٣١) ب : كثير
(٣٢) ب : الثقب
(٣٣) ب : غير واردة
(٣٤) ب : غير واردة
(٣٥) ب : وقد اخذ
(٣٦) ف : د
(٣٧) ف : آ و

من حوض آ(٣٨) الى جام ص ثم يبتدى الحاذق فيعمل ..... >(٣٩) وان شينا ايضا زدنا في العمل فصيرناه اذا غمس القدح في جام ط فجاوز الشراب علامة ش وارتفعت الدبة يبتدي ايضا فينفتح فثيون ش ح ويجري الشراب فيه الى حوض و ويخرج من حوض و في ثقب ز(٤٠) الى حوض آ فان ذلك اجود < فيما يراد >(٤١) وذلك ما اردنا ان نبين . ‖ (٤٢)

---

(٣٨) ف : آ و

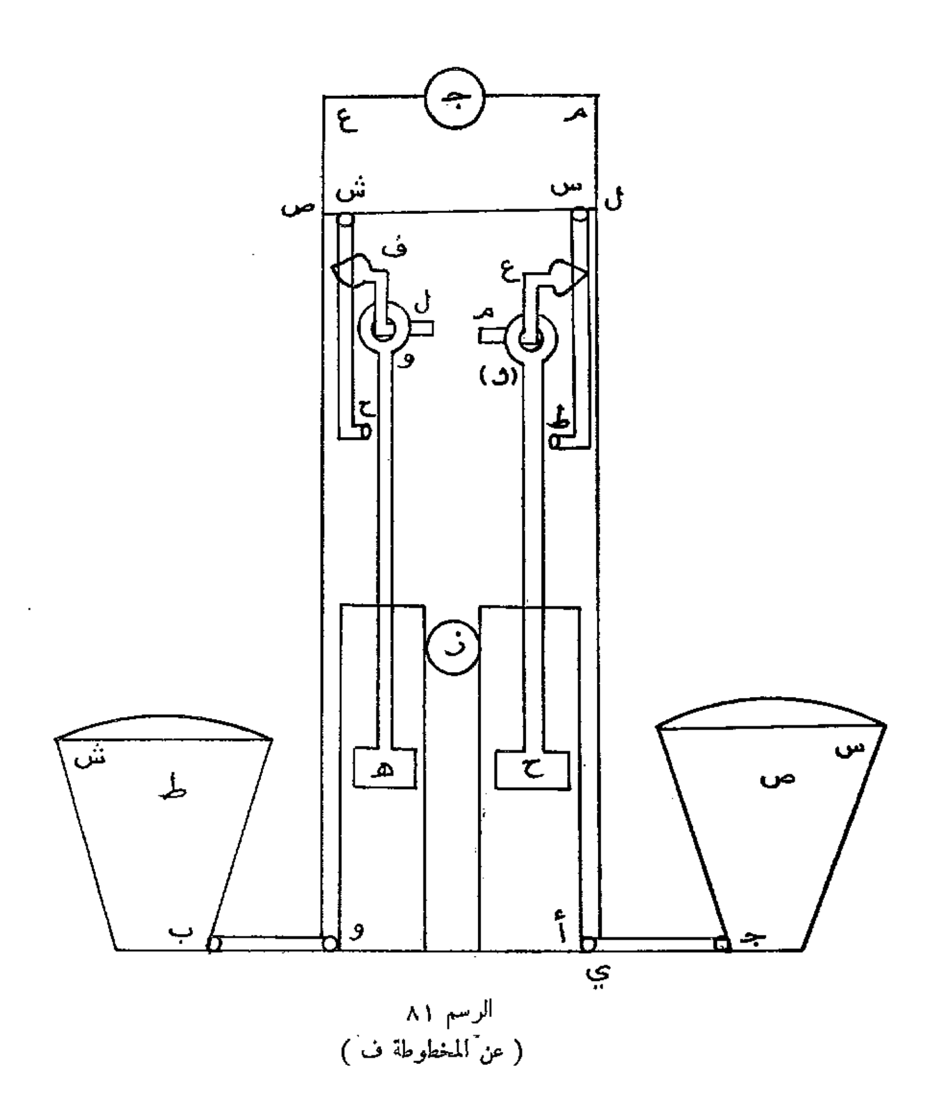
(٣٩) ب : < حوض آ وجام ص حتى ينفذ ما فيها ويصير حينئذ جام ص ينفذ >

ف : توجد كتابة غير واضحة في نهاية العبارة ولعلها تعني ان الحاذق يبتدىء بعد ذلك بالعمل في حوض ط فيعجل بشربه ويستخدم قدحاً كبيراً الخ ...

(٤٠) ب : ص

(٤١) ب : غير واردة

(٤٢) ب : وهذه صورة ذلك والسلام



الرسم ٨١
(عن المخطوطة ف)

ملاحظـــات :

(١) هذا الشكل غير موجود في المخطوطة ط .

(٢) يمكن ان نقول بان هذا الشكل في جوهره انما هو نموذج مضاعف للشكل ٧٩ الا ان الخزانة تصب السائل الى الحوضين وَ ، آ بدلاً من ان تصبه مباشرة الى الجامين وهنا يتم التعويض عن السائل الذي ينقص من احد الجامين عن طريق احد الحوضين .
ولا توجد في هذا التصميم حاجة الى ادخال حوضين للتوازن شبيهين بالحوض خ م في الشكل ٧٩ اذ ليست هناك ضرورة للتحكم في جريان السائل .

(٣) هناك حروف عديدة متكررة ويجب ان لا يشكل ذلك صعوبة في تتبع الشرح .

الشكل الثاني والثمانون (فب)

صنعة اخرى لجامين مركبين على قاعدة أو في رواق اذا صب في كل واحـدة منهما خمسة ارطال شراب يصير الجام الذي صب فيها اولا الشراب اذا شرب منها واغترف منها مقدار ما صب فيها < ينفـذ كل شي فيها >(١) ويصير الجام التي صب فيها بآخره(٢) اذا اخذ منها لا تنقص ابدا وان اخـذ منها اضعاف ما صب فيها(٣) . ومثال ذلك انا نعمـل إنا عليه طع ونقطعـه بصفيحـة ل م ولتكن الخزانة التي يكون فيها الشـراب هي التي عليها ل ط ونثقب في اعلا الخزانة ثقبا عليه ي ليصب منه الشراب الى خزانة لط ونثقب في صفيحـة ل م(٤) ثقبي وش ونلصق(٥) بهـذين الثقبين فثيونين على مثـال ما صورنا عليهما و ز ش ت ونعمـل تحت كل واحد من فثيوني و ز ش ت حوضين على مثال ما صورنا عليهما جم د ق(٦) وليكن في كل واحـد من هذين الحوضين بالقرب من اعلاه ثقب متصل به انبوب صغير على مثـال ما صورنا عليهما < قم وليكن تحت هاذين الانبوبين الصغـيرين حوضان صغيران قد الصقا بقضيب واحد متصل بها على مثال ما صورنا وعليهما >(٧) علامتي هز(٨) وليكن موضع الوسط من هذا القضيب المتصل بالحوضين هو

(١) ب : غير واردة
(٢) ب : ماء جرة
(٣) ب : غير واردة
(٤) ف : كم
(٥) ب : غير واردة
(٦) ب : حد (وكلاهما جائز)
(٧) ب : غير واردة
(٨) ب : هو

عند علامـــة ك ونقيم قضيبا عليه ك ن ملتصقا باسفل الانا وليكن في موضع ك محور يدور عليه حوضا هـ ز والقضيب المتصل بهما حتى يكون اذا ارتفع احـــد حوضي هز يستقل الاخر ويصـــير حوضي هز متى اطلقـــا ولم يكن في[٩] واحد منهما شي يثقله من شراب او غيره صاروا[١٠] موازيين للافـــق < ومتى كانا موازيين للافق >[١١] فان كل واحد من انبوبي م ق[١٢] يصب الى هاذين الحوضين من حوضي جد[١٣] الشراب اذا ما ملي كل واحد من حوضي جد . ونقـــيم على القضيب المتصـــل بحوضي[١٤] هز قضيبين عليهما سح فص ونعمـــل في طرفيهما[١٥] حلقتين عليهما ح ص ولتكن كل واحـــدة من هاتين الحلقتين داخلة في القضيب المتصل بالفثيونين وهـــو الذي يدير الذكر من كل فثيون حتى يصير حوض ز[١٦] اذا انصب فيه الشراب فثقل واســـتقل ينزل بنزوله قضيب فص[١٧] ويرتفـــع حوض هـ وقضيب س ح فينغلق فثيون ش ت وينفتـــح فثيون و ز[١٨] < وكذلك اذا اســـتقل حوض هـ بما ينصب فيه من الشـــراب ينغلق فثيون >[١٩] و ز[٢٠] وينفتـــح فثيون ش ت وليكن جامان او باطيتان مركبتان مـــع اسفل انا ع ط عليهما ا ب ونخرج من اسفل جام ا انبوبا يتصل باسفل حوض ج على مثال ما صورنا وليكن راس جام ا ارفـــع من انبوب م بشي يسير || وكذلك راس جام ب ارفـــع من (V) 67 V

(٩) ب : غير واردة
(١٠) ب : صارا
(١١) ب : غير واردة
(١٢) ف : م و   ب : م ق
(١٣) ب : غير واردة
(١٤) ب : نحو حوضي
(١٥) ب : طرفهما
(١٦) ب : ز   ف : د
(١٧) ب : و ص
(١٨) ب : و د
(١٩) ف : العبارة مشطوبة
(٢٠) ف : تنقص < و ز >

انبوب ق بذلك المقدار اليسير ونخرج من اسفل حوض د انبوبا الى اسفل جام < ب عليه >(٢١) د ب وليكن جام ا مع(٢٢) حوض ج يسعان جميعا اقل من خمسة ارطال بمقدار حوض ه وكذلك جام ب وحوض د(٢٣) يسعان جميعا مع حوض ز خمسة ارطال .

فقد تبين مما مثلنا ووصفنا ان الشراب اذا صب من ثقب ي يجتمع في خزانة لط(٢٤) لان الفثيونين يكونان مغلقين(٢٥) فمتى صب في جام ا خمسة ارطال شراب يمتلي الجام ويمتلي معها(٢٦) حوض ج وينتقل(٢٧) الشراب في انبوب م(٢٨) الى حوض ه(٢٩) < ويمتلي حوض ه >(٣٠) فيستقل ويستقل معه قضيب ح س فينغلق فثيون و ز(٣١) ويرتفع حوض ز(٣٢) وقضيب ف ص(٣٣) فينفتح فثيون ش ت وينصب منه الشراب الى حوض د ويخرج الى جام ب . فقد وضح ان الذي يصب اولا الى جام ا انما يشرب منها(٣٤) اقل مما صب فيها والذي صب من بعده في جام ب يشــرب اضعاف ما صب فيها لان فثيون ش ت مفتوح الى حوض د < وحوض د >(٣٥) متصل بجام ب وذلك ما اردنا ان نبين < وهذه

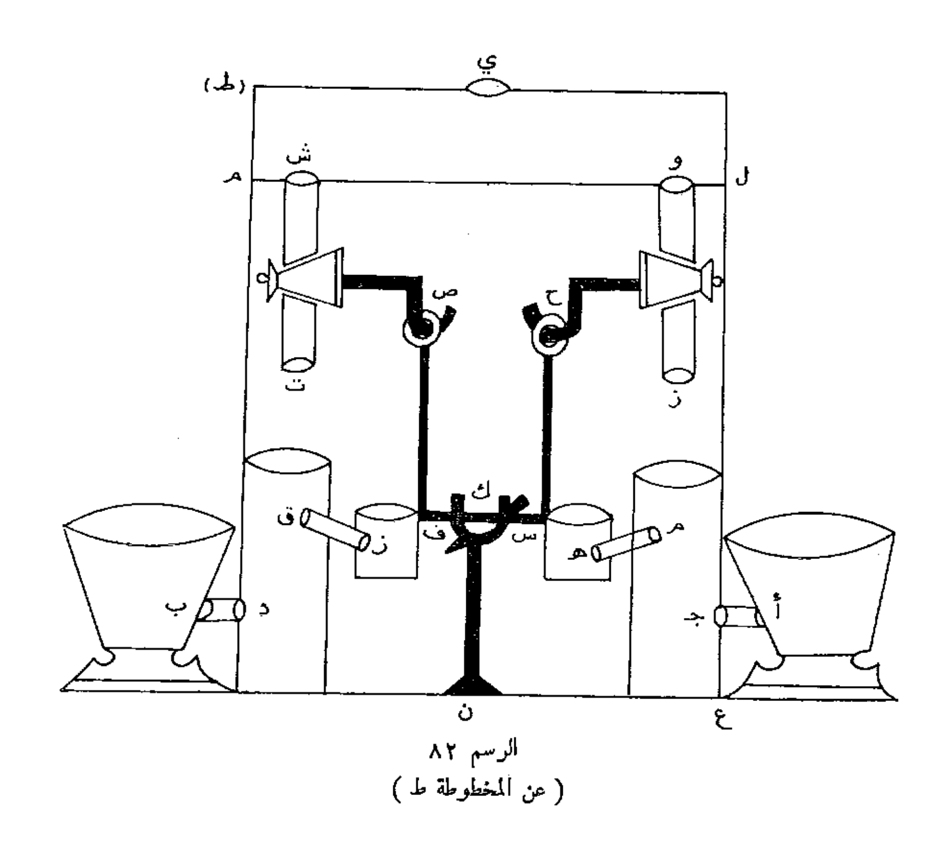
---

(٢١) ب : غير واردة
(٢٢) ب : غير واردة
(٢٣) ب : غير واردة
(٢٤) ب : ا ط
(٢٥) ب : منغلقان
(٢٦) ب : معها — ف : معهما
(٢٧) ب : ويسيل
(٢٨) ب : غير واردة
(٢٩) ب : م
(٣٠) ب : غير واردة
(٣١) ب : د ز
(٣٢) ب : و — ف : د
(٣٣) ب : ق ز — ف : ق ص
(٣٤) ب : غير واردة
(٣٥) ب : غير واردة

صورة ذلك >[٣٦]. ||

وان زدنا[٣٧] في هـذا العمل فصيرنا في كل واحـد من حوضي[٣٨] جَدَ[٣٩] دبة ونلصق في راسـها ذكرا من باب مطحـون ويكون الاثنـين ملتصقين بطرفي الفثيونين في موضعي[٤٠] تَزَ يصـير[٤١] كل واحد مـن[٤٢] حوضي جَدَ اذا امتلا من الشراب ترتفع الدبة التي فيه ويغلق راس الفثيـون لكي لا ينصب من الشـراب ما يفيض من الجامين ويكون اذا امتلت الجام وقف الشـراب فلا يسيل من الفثيـون حينئذ شيء < كان ذلك اصلـح واحسن >[٤٣]. 68 R (V)

(٣٦) ب : غير واردة
(٣٧) ب : اردنا
(٣٨) ب : حوض ف : غير واضحة
(٣٩) ف : جَبَ
(٤٠) ب : موضع
(٤١) ب : فيصير
(٤٢) ب : غير واردة
(٤٣) ب : وذلك ما اردنا ان نبين والسلام



الرسم ٨٢
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

يجب ان يكون الانبوبان ب د ، جـ أ منخفضين عما هـــو مبين في الرســـم لكي يصلا ما بين اسفلي الجامين واسفلي الحوضين كما هو وارد في النص .

45 R (T)

الشكل الثالث والثمانون (ج)

صنعة جام او اجانة على قاعدة او في بعض المواضع مثل الحمامات او المتوضيات او في < في مدينة >(١) او حيث احب الانسان تكون مملوة شراب او ما وفوقها تمثال . فاذا شرب منها(٢) او غرف منها < حتى ينفذ كل شي فيها فحين ينفذ كل شي فيها >(٣) يبتدي التمثال(٤) فيصب في الانا ما(٥) حتى تمتلي ثانية فاذا امتلا قطع الصب فاذا شرب منها ايضا حتى ينفذ يبتدي التمثال فيصب ايضا حتى يمتلي الانا(٦) وكذلك لا يزال . ومثال ذلك انا نعمل انا من رصاص او نحاس او غير ذلك عليه طع على مثال ما صورنا ونقطعه بصفيحة ملك(٧) ونثقب < اعلى خزانة مط >(٨) في موضع < ف ثقبا >(٩) لنصب < منه الما او الشراب >(١٠) الى خزانة مط ونثقب في صفيحة ملك(١١) ثقبا عليه س ونخرج من ثقب س انبوبا عليه ش س على مثال ما صورنا وليكن طرف الانبوب الذي عليه ش هو فم التمثال او في فمه ونعمل جاما او اجانة عليها هد على مثال ما صورنا ونعمل حوضا صغيرا في

---

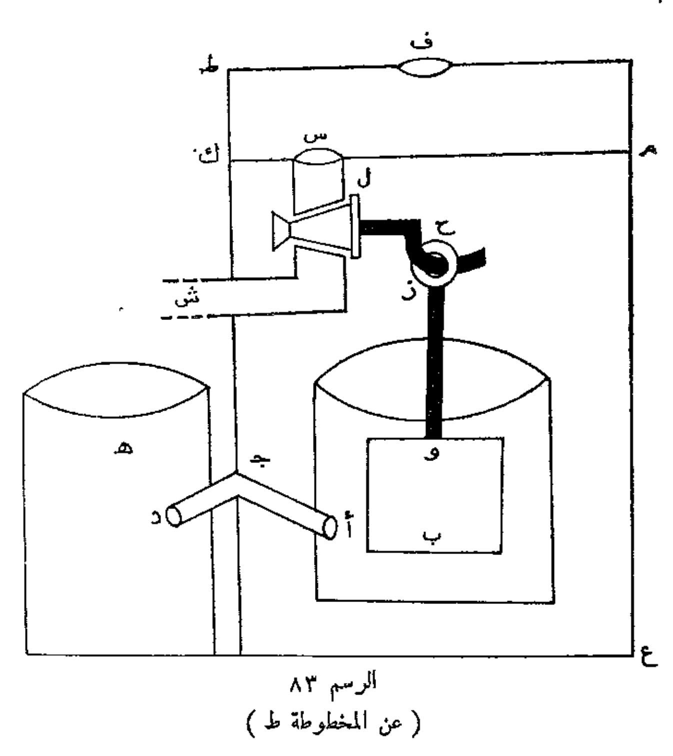
(١) ب : غير واردة — ف : غير واضحة
(٢) ف،ب : غير واردة
(٣) ط : غير واردة
(٤) ف : الصنم
(٥) ف : غير واردة
(٦) ب : غير واردة
(٧) ف،ب : م ل
(٨) ف،ب : غير واردة
(٩) ب : ثقب
(١٠) ف : منه الما والشراب — ب : منها الما والشراب
(١١) ب : م ط . ص ك

داخل الانا || عليه علامة آ[١٢] ونتخذ فيه دبة صغيرة عليها بو ونخرج من اسفل 45 V (T)
جام ده من موضع د[١٣] انبوبا < منعطفا على مثال ما صورنا ينتهي الى حوض آ >[١٤] وعليه < دجا وليكن >[١٥] ارفع موضع في الانبوب مع علامة جـ ونجعل علامة جـ مقاربة لراس حوض ده لكي يكون اذا ما صب التمثال الما او الشراب في حوض ده وامتلا يبتدي انبوب دجا المنعطف حينئذ فيصب الى حوض آ ونعمل في انبوب شس بثيون < وهو بثيون ل يكون >[١٦] ذكره ملتصق بقضيب على مثال ما صورنا عليه لح . ونخرج من اعلا دبة بو من موضع و قضيبا عليه وز ونجعل[١٧] في طرفه الذي عليه ز حلقة[١٨] ملصقة به[١٩] على مثال ما صورنا ولتكن الحلقة مركبة على[٢٠] قضيب البثيون لكي تكون الدبة اذا ارتفعت انغلق البثيون واذا استقلت انفتح البثيون .

فقد تبين مما وصفنا انا اذا صببنا الرطوبة في الخزانة التي عليها مط من ثقب ف ينحدر في انبوب شس ويخرج من فم الصنم وتنصب الى حوض ده فاذا امتلا الحوض تجري الرطوبة في انبوب دجا[٢١] الى حوض آ ثم تبتدي عند ذلك الدبة فترتفع فينغلق بثيون ل ويمتنع التمثال من < الصب فاذا >[٢٢] ما غرف كل شي في حوض ده تبتدي عندما يقارب نفاذ < ما

(١٢) ب : د
(١٣) ب : و
(١٤) ب : غير واردة
(١٥) ف،ب : دح وليكن منعطفا على مثال ما صورنا وليكن
(١٦) ط : غير واردة
(١٧) ب : غير واردة
(١٨) ب : غير واردة
(١٩) ط : غير واردة
(٢٠) ف،ب : في
(٢١) ط : دجـ
(٢٢) ف،ب : الصب عند ذلك فاذا

فيه >[٢٣] دبة بوَ فتنزل وينفتح البثيون ويجري الما ويصبه[٢٤] الصنم كما فعل اولا وقد ينبغي ان نتخذ في حوض آ شظية < تمنع الدبة اذا ما اغلقت >[٢٥] البثيون من ان تصعد[٢٦] وترتفع < فوق المقدار وذلك >[٢٧] ما اردنا ان نبين < فافهم ذلك >[٢٨] .



الرسم ٨٣
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـات :

السيفون د جـ ا مرسوم خطأً ، فالكوع جـ يجب ان يكون مرتفعاً اكثر والطرفان دَ ، آ يجب ان ينخفضا الى الاسفل كما يجب ان يكون الطرف آ منخفضاً اكثر من الطرف دَ .

---

(٢٣) ط : غير واردة
(٢٤) ب : ويصب
(٢٥) ب : يمتنع الدبة اذا غلقت
(٢٦) ب : يضعف
(٢٧) ب : فوق فينفتح الفيثون ثانية كسطته الاولى وذلك
(٢٨) ف،ب : غير واردة

45 V (T)

الشكل الرابع والثمانون (فد)

عمل آخر ايضا(١) . ولهـذه الجام < التي قدمنا ذكرها >(٢) صنعة اخرى تفعل مثل هـذا الفعل < ومثال ذلك >(٣) انا نعمل انا(٤) عليه كص ونقطعه بصفيحة عليها شق(٥) ونثقب في اعـلا خزانة ‖ شك(٦) ثقب < ا 46 R (T) ونصل بثقب ا >(٧) انبوبا واسعا كما صورنا عليه اب ونخرج من داخله(٨) انبوبا دقيقا عليه زج على مثال ما صورنا وليكن طرفه الذي عليه ز مقارب لاسفل انبوب اب وطرفه الذي عليه ج ينفذ(٩) من اعلا انبوب اب(١٠) الى خزانة شك(١١) < لكي اذا ما صب المـا او الشراب من ثقب ا يجرى في انبوب زج الى خزانة >(١٢) شك ونعمل انبوبا < يشبه انبوب >(١٣) كاس العدل عليه فعو وليكن على مثال ما صورنا وطرف انبوبه الداخل الذي عليه و ينعطف ويخرج من الانا ويدخل في التمثال ونصيره ايضا يقوم مقام فم

(١) ط : غير واردة
(٢) ب : غير واردة
(٣) ف، ب : وذلك
(٤) ب : غير واردة
(٥) ف : ش و   ب : س
(٦) ف، ب : س ل
(٧) ب : غير واردة
(٨) ب : داخل
(٩) ب : غير واردة
(١٠) ط : ا
(١١) ف، ب : س ل
(١٢) ط : غير واردة
(١٣) ب : شبيها بانبوب

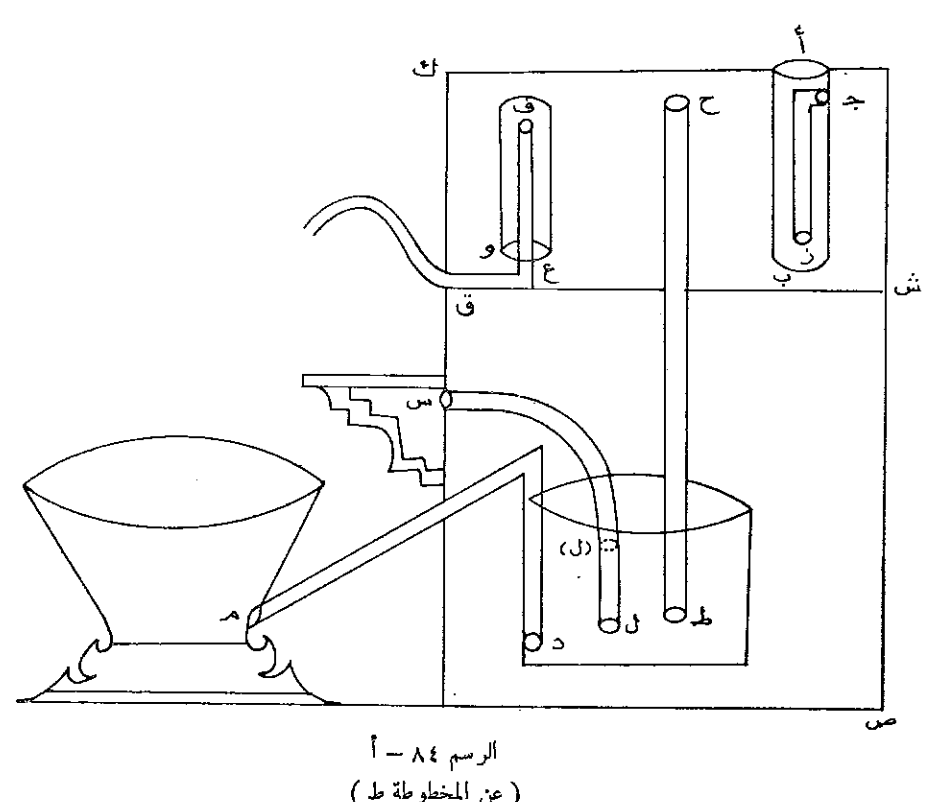
الضم . وليكن تحت هذا الضم اجانة او جام عليها علامة مَ لكي[١٤] يكون ما يخرج من فم الضم ينصب في الجام . ونجعل في داخل الانا على مثال ما صورنا حوضا صغيرا عليه طَلَ دَ[١٥] ونخرج من قريب من اسفل هــذا الحوض من علامة دَ انبوبا منعطفا على مثال ما صورنا عليه دَمَ لكي اذا امتلات الجام ياخذ الانبوب المنعطف الرطوبة ‖ ويصبها الى حوض طَلَدَ الصــغير ونخرج ايضا 46 R (T) انبوبا من ناحية اسفل حوض طَادَ من علامة لَ[١٦] ينتهي الى علامة سَ ويخرج من الانا على مثال ما صورنا . ونخرج ايضا من علامــة طَ وهي مقــاربة لاسفل[١٧] حوض طَادَ[١٨] انبوبا ينفذ صفيحة شقَ[١٩] ويقارب اعــلا خزانة شلكَ[٢٠] وعليه طَحَ على مثال ما صورنا

فقد تبين مما مثلنا انه اذا امليت خزانة شلكَ[٢١] ما او رطــوبة يخرج من فم التمثال المــا وينصب في[٢٢] الجــام الذي عليه مَ فاذا امتلا الجام يصب الانبوب المنعطف الما في حوض طَلَدَ وينقطع الهوا الذي كان يدخل من انبوب طَحَ الى خزانة شلكَ[٢٣] عند ذلك لان الما يغطي طرف هــذا الانبوب الذي عليه طَ فيمتنع الضم عند ذلك من صب الما في الجام وينبغي ان تكون < علامــة دَ >[٢٤] اسفل من علامتي طَلَ وعلامــة طَ اسفل من علامــة لَ فاذا ما[٢٥]

---

(١٤) ط : غير واردة
(١٥) ب : طاب
(١٦) ف، ب : كَ
(١٧) ب : غير واردة
(١٨) ب : طاد
(١٩) ف : ش و ب : س ف
(٢٠) ف، ب : س ل
(٢١) ف، ب : س ل
(٢٢) ف، ب : الى
(٢٣) ف، ب : س ل
(٢٤) ف، ب : من انبوب د ه
(٢٥) ف، ب : غير واردة

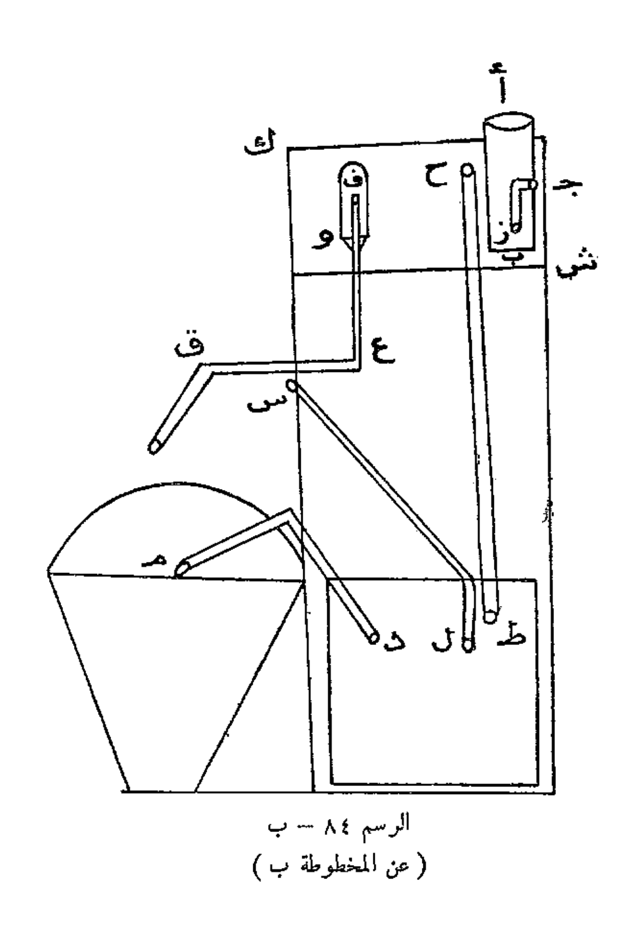
غرف الما من الجام < الذي عليه >(٢٦) م واخـــذ جميعه يرجع الما الذي في ‖ حوض طلد في الانبـــوب المنعطف الى الجـــام وينكشف طرفا(٢٧) انبـــوبي (T) 47 R طح لس فيدخل الهوى في انبوب <س ل ويدخل في انبوب >(٢٨) طح الى خزانة شاك(٢٩) ويبتدى الضم فيصب الما في الجام وكذلك لا يزال فعله وذلك ما اردنا ان نبين < فافهم ذلك >(٣٠) .



الرسم ٨٤ — أ
(عن المخطوطة ط)

---

(٢٦) ف،ب : التي عليها
(٢٧) ط : طرف
(٢٨) ط : غير واردة ف : مشطوبة
(٢٩) ف،ب : س ل
(٣٠) ب : غير واردة



الرسم ٨٤ — ب
(عن المخطوطة ب)

ملاحظـــات :

(١) الطرف لَ في الرسم منخفض ويجب ان يكون مرتفعا كما يدل على ذلك النص .

الشكل الخامس والثمانون (فه)

صنعة جامين على قاعـــدة أو في رواق فارغتين وعلى كل واحد منهما تمثال(١) اذا صب في أحديهما ايهمـــا(٢) كانت شراب يصب التمثال في تلك الجام شراب ويصب التمثال الاخر في الجام الاخرى ما وان صب في الجـــام ما يصب التمثال الاخر في الجام الاخرى شراب ويصب < تمثال هذه الجام فيها >(٣) ما .

ومثال ذلك انا نجعـــل انا عليه كط(٤) ونقطعه بصفيحة عليهـــا تث(٥) ونعمل فوق هـــذه الصفيحة حوضين < عليهما بز ح و ونثقب في اعلا خزانة ثلك ثقبا عليه ع ونعمـــل عليه انبوباً كما صورنا >(٦) منعطف الطرف عليـــه عف كما عملنا قبل ونصب في(٧) هذا الانبوب شراب وما الى حوضي بز ح و . ونخرج من حوض بز(٨) انبـــوبي ز ص بد(٩) كما صورنا . وليكن < طرف انبوب ز ص >(١٠) الذي عليه ص فم التمثال كما صورنا . ونخرج من حوض ح و انبـــوبي و ج ح ق(١١) وليكن طرف < انبـــوب ح ق >(١٢) الذي عليه ق

---

(١) ف : تمثالين
(٢) ف،ب : اي جام
(٣) ط : التمثال الآخر في هذه الجام
(٤) ب : عا كط
(٥) ب : س
(٦) ف،ب : < كما صورنا عليهما بز حو ونخرج من ثقب ع انبوبا >
(٧) ف : من
(٨) ف : ي ز
(٩) ف،ب : ز ص ز د
(١٠) ف : طرفه
(١١) ف : مح و ا ب : مح و ا
(١٢) ف،ب : الانبوب

هــو فم التمثال . ونركب بثيــونين في < قضيب ينظمهما >(١٣) جميعــا ويديرهما بحركة واحــدة كما صورنا وعليهما جا ده(١٤) . ولتكن الانثى التي عليها جا فيها ثقبين عليهما جا في سطح دايرة واحدة وفي الذكر ثقب واحد < فاذا ادير >(١٥) الذكر فصادف ثقبه(١٦) ثقب الانثى الذي عليه < آ الذي في انبــوب ز ص ينفتح حينئذ ويخرج منــه الما الذي يكون في حوض ز ب . واذا ادير الذكر ايضا حتى يصادف ثقبه ثقب ج الذي هو طرف انبوب و ج وهــو مركب في الانثى يجري حينئذ الشراب الذي يكون في حوض و ح في انبــوب و ج ويخــرج من فم التمثال الذي || عليــه ص >(١٧) . < وندبر 47 V (T)
بثيون >(١٨) ده مثل هــذا التدبير . ثم نعمل تحت فم التمالين جامين عليهما ش س كما صورنا ونخرج منهما انبــوبي شع سع كما صورنا . وليكن مصبهما الى حوض ل(١٩) < وفي حوض ل حوض >(٢٠) يقــوم مقام دبة عليــه م ونخرج منه قضيب مك . ونعمل(٢١) في حوض م < انبوباً مثل انبـوب كاس العدل >(٢٢) كما صورنا . ونخرج قضيب عليه كط وعنــد طرفه الذي عليه ط ثقــل وعند علامتي و ك منه(٢٣) محورين كما صورنا . ونخرج من قضيب كط

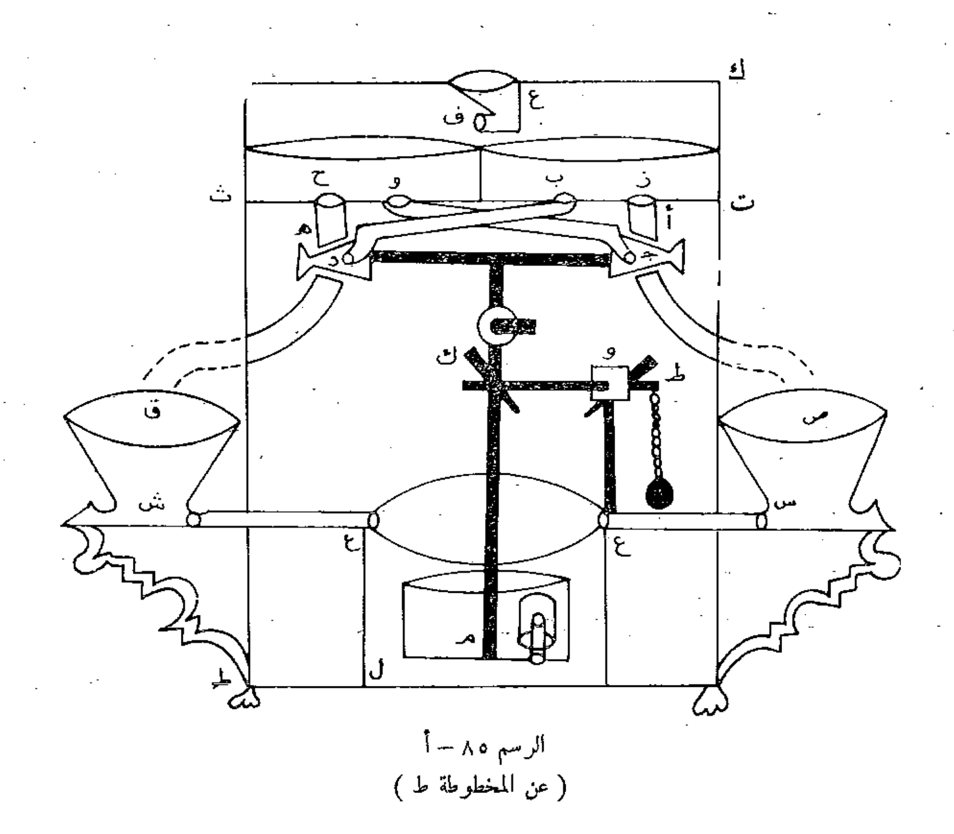
---

(١٣) ف،ب : قضيب واحد ينظمهما
(١٤) ب : غير واردة
(١٥) ف،ب : فاذا ما ادير
(١٦) ب : غير واردة
(١٧) ف،ب : نجد في هذه الفقرة في المخطوطتين ف ، ب ان الثقبين آ ، ج قد وردا في ترتيب معاكس لمــا هما عليه في المخطوطة ط . ولكن التسميات في المخطوطة ط تنطبق على الرسم في المخطوطة ذاتهــا في حين ان الرسمين في المخطوطتين ف ، ب غير واضحين ولا يطابقان التسميات الواردة في النص .
(١٨) ف : وندبر في فثيون
(١٩) ف،ب : ك
(٢٠) ب : غير واردة
(٢١) ط : غير واردة
(٢٢) ط : انبوب كاس العدل
(٢٣) ف،ب : غير واردة

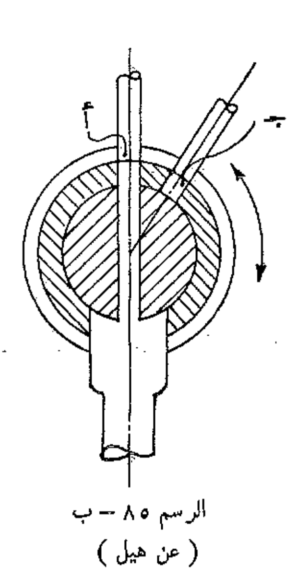
قضيب في طرفه حلقة تنتظم قضيب(٢٤) يدير البشيونين جميعا كما صورنا . فقد تبين انا اذا صببنا الما في جام شَ برفق يرتفع حوض مَ(٢٥) ويجري الشراب في انبـوب وجَ(٢٦) الى فم التمثال الذي عليه صَ وينصب(٢٧) الى جـام سَ < ويجري الما في انبـوب بهَ الى فم التمثال الذي عليـه قَ >(٢٨) وينصب الى جام شَ . وان صببنا الما في جام شَ بكثرة وقوة يجري الى حوض مَ ويثقلـه فيغرقه ويغوص(٢٩) خـلاف ما عرض اولا فيجري المـا الى جام سَ مـن انبوب زصَ ويجري الشـراب الى جام شَ من انبـوب حقَ(٣٠) < وكـذلك يتبين >(٣١) انا اذا صببنا(٣٢) الشـراب او(٣٣) الما في جام سَ يعرض || مثـل 48 R (T)
ذلك وهو ما اردنا ان نبين . < وينبغي ان نجعـل في اسفل حوض مَ انبوب مثل انبوب كاس العدل يكون اذا امتلا ونزل يفرغ ما فيه من انبوب كاس العدل الى حوض لَ وبقي حوض مَ الذي هو مقام الدبة فارغا وذلك ما اردنا ان نبين >(٣٤) .

---

(٢٤) ب : غير واردة
(٢٥) ف : صَ
(٢٦) ب : رد
(٢٧) ف،ب : ويجري
(٢٨) ف،ب : ويخرج الما من حوض بزَ في انبوب بهَ ويخرج من فم التمثال الذي عليه قَ
(٢٩) ف،ب : ويعرض
(٣٠) ف،ب : حو
(٣١) ب : وذلك مااردنا ان نبين
(٣٢) ب : غير واردة
(٣٣) ب : غير واردة
(٣٤) ف،ب : غير واردة



الرسم ٨٥ – أ
(عن المخطوطة ط)



الرسم ٨٥ – ب
(عن هيل)

ملاحظـــات :

(١) ربما كان الغرض من وضع كاس العـــدل (السيفون المتمركز) في الحوض مَ هـــو تاخير فتح السكرين (الفثيونين) . على انه يمكن ان يتم هذا الهدف اذا استبدلنا السيفون بثقب صغير وبحيث يكون من الصغر بحيث لا تؤثر كمية الماء التي تدخل او تخرج منه بصورة فعالة على غوص الحوض مَ او طوفه .

(٢) يوضح الرسم ٨٥ – ب تصميم احد الفثيونين وهو الفثيون جاَ .

(٣) نجد هنا (كما هو الحال في الشكل ٨٠) شبهاً بين هذا الجهاز وبين آلية ذراع التوصيل وعمود المرفق في المحركات .

صنعة اجانـــة او جامـــة(١) فوقها تمثال فمتى صب في الجام شراب < يبتدي التمثال فيصب >(٢) الشراب فاذا انقطع(٣) الانسان عن(٤) الصب امتنع < التمثال عن >(٥) الصب فان عاد(٦) الانسان الى(٧) الصب يبتدي الصنم فيصب وكذلك لا يزال .

ومثال ذلك انا نعمل(٨) انا عليه ان ونقطعه بصفيحة عليها سـب ونثقب في سطح الانا ثقب ط ونخرج منه انبـــوب عليه طي < ينتهى الى >(٩) قريب من صفيحة سـب ونعمـــل < في داخل >(١٠) انبوب طي < انبـــوب دح >(١١) وتكون خلقته على ما صورنا < ونثقب في صفيحة سـب ثقبـــاً عليه و ونخرج منه انبوباً يجاوز راس انبـــوب دح عليه هو >(١٢) ونثقب أيضاً في صفيحة سـب ثقب عليه ل(١٣) ونخرج منه انبوب لم(١٤) وليكن على

(١) ف،ب : جام
(٢) ف : يبتدي الصنم فيصب ب : يبتدي فيجري
(٣) ف،ب : قطع
(٤) ف،ب : غير واردة
(٥) ف،ب : الصنم من
(٦) ف،ب : اعاد
(٧) ف،ب : غير واردة
(٨) ف،ب : نجعل
(٩) ط : غير واردة
(١٠) ط : غير واردة
(١١) ب : غير واردة
(١٢) ط : غير واردة
(١٣) ف : و ب : د
(١٤) ف،ب : رم

هذا الانبوب غلاف لك مثل[١٥] ما عملنا في كاس العدل وليكن راس هـــذا الغلاف يحاذي راس انبوب د ح او قريب من ذلك ونجعل انبوب مل[١٦] يصب في حوض عليه ق[١٧] وليكن في حوض ق انبوبين او ثلاثة مثل انابيب كاس العدل لكي < ياخذون جميع ما يصب اليهم دفعة >[١٨] فيصبونه الى حوض عليه ش ز[١٩] ونخرج من قريب من اسفل هـــذا الحوض انبوب يدخـــل في < جوف التمثال >[٢٠] يصب الى جامة بين يديه عليها[٢١] ع وعلى الانبوب جط وليكن واسع حتى ياخذ جميع ما تصب اليه انابيب كاس العدل . ونخرج من جامة ع[٢٢] انبوب يدخـــل في انا سن[٢٣] وعليه عص[٢٤] . ونعمل في فم هذا[٢٥] الانبوب حوضا اصغر[٢٦] من جام[٢٧] ع < واقل سمك >[٢٨] منه . ونثقب في حوض شز ثقب خفي عليه ز .

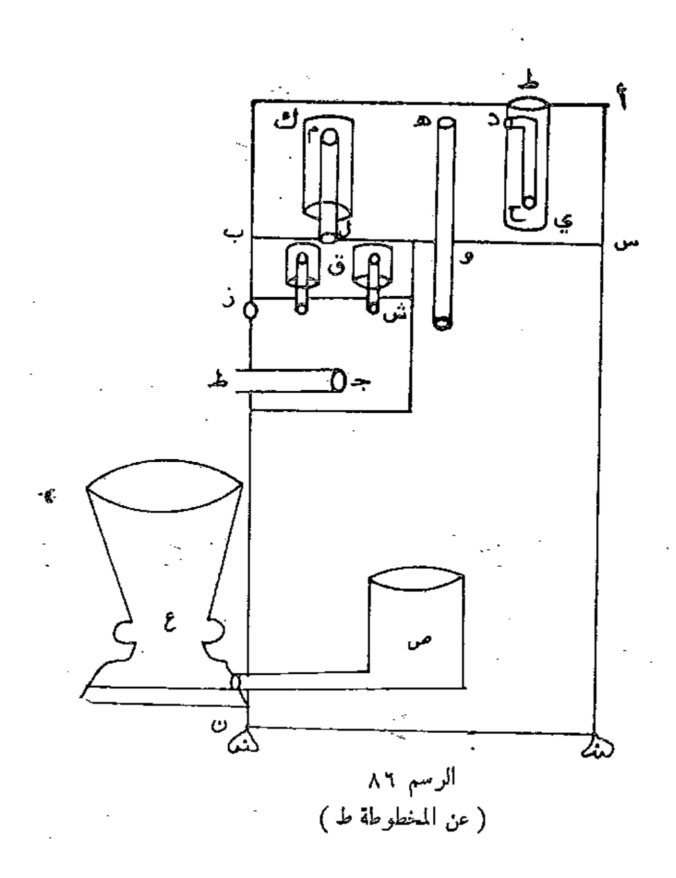
فقـــد تبين انه[٢٩] اذا صب الما من ثقب ط يصير الى انبـــوب طي || وتخرج الرطوبة[٣٠] من انبوب ح د[٣١] وتصير الى خزانة ا ب ويخـــرج[٣٢] 48 V (T)

(١٥) ب : مثال
(١٦) ف،ب : مر
(١٧) ف : و
(١٨) ف : ياخذوا جميع ما يصب اليهم دفعه ب : ياخذوا جميعاً ما يصب عليهم دفعه
(١٩) ب : س
(٢٠) ف،ب : حوض تمثال
(٢١) ف،ب : عليهما
(٢٢) ب : غير واردة
(٢٣) ف،ب : س ر
(٢٤) ف : عمر ب : ص
(٢٥) ب : غير واردة
(٢٦) ب : اصرع
(٢٧) ط : حوض
(٢٨) ف : واقل سمكا ب : واصقل سمكا
(٢٩) ف،ب : انا
(٣٠) ف : غير واردة
(٣١) ف : د
(٣٢) ط : ويصير

الهوا من انبـــوب هو(٣٣) < الى انا سن ويخرج في انبـــوب صع >(٣٤) واذا امتلت خزانة اب < عـــدل انبوب كل >(٣٥) وصب الى حوض ق فاذا امتلا حوض ق فرغت الانابيب التي فيه < الما دفعة واحـــدة >(٣٦) الى حوض شز وينقطع وياخـــذه انبوب جط فيصبه التمثال الى جامـــة(٣٧) ع وياخذ حوض ص من جام ع من انبوب صع ثم يمتنع انبـــوب مق(٣٨) من الصب لانه ليس للهوى مخلص اليه(٣٩) فاذا صب الما في(٤٠) جام ع اخـــذ حوض ص منها(٤١) وخرج مكان الما الذي يصير فيه هوا الى سطح اب من انبوب وه ويصب انبوب مل(٤٢) الى حوض ق فاذا امتلا حوض ق صبت الانابيب التي فيه الى حوض شز(٤٣) وياخذ التمثال منه فيصبه الى < جامة ع >(٤٤) ولا يزال هذا فعله الى ان ينقطع الصب < فاذا قطع الصب >(٤٥) رجع العمل الى مبتدايه(٤٦) < وذلك ما اردنا ان نبين >(٤٧) . ‖ (٤٨)

---

(٣٣) ب : صع
(٣٤) ب : غير واردة
(٣٥) ب : عاد انبوب اكر
(٣٦) ط : دفعة
(٣٧) ف،ب : جام
(٣٨) ب : م
(٣٩) ب : غير واردة
(٤٠) ط : من
(٤١) ف،ب : منهما
(٤٢) ف : م ن   ب : م و
(٤٣) ب : س
(٤٤) ف : جام ع   ب : جام
(٤٥) ب : غير واردة
(٤٦) ط : مداه   ب : ميدانه
(٤٧) ب : وهذه صورة ذلك ما اردنا ان نبين والسلام
(٤٨) ف : < من ها هنا الى اخر الكتاب كان قد سقط من نسخة الاصل وقد الحقه الشيخ ابي نصر يحيى جرير رحمه الله في اوراق مداخله فيه بخطه ...... الا البرهان حسب والذي كان قد بقي من نسخة الاصل مصور فقد قابلته وكتبت .... >



الرسم ٨٦
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

يفترض ان تكون كمية الماء التي تصرفها السيفونات الصغيرة من الحوض ق خـــلال الانبوب جـ ط الى الجام ع كافية لتغطية الطرف ع للانبوب ع ص . وعندما يتم ذلك يتوقف مرور الهـــواء الى داخل الاناء س ن وبالتالي إلى الحوض ا ب ولهـــذا يتوقف تصريف السائل . وعندما ينصب السائل الى الجام ع يرتفع منسوب السائل في الحوض ص . ويطرد الماء الذي يرتفع في الحوض ص الهواء ويمر الهواء في الانبوب هـ و ويسبب ذلك ارتفاعا في الضغط كافياً لاعادة تشغيل السيفون المتمركز م ل .

< ووجه آخر ايضا >(١) . ولهذه الحيلة صنعة اخرى تفعل مثل هـذا الفعل ومثال ذلك انا نجعل انا عليه اب ونقطعه بصفيحة عليها قن(٢) ونثقب في سطح الانا ثقبا عليه ه ونلزق(٣) به انبوبا ينتهي الى قريب من صفيحة قن(٤) عليه هو(٥) ونجعل في داخله انبوبا عليه زح كما عملنا فيما تقدم . ونثقب في صفيحة قن(٦) ثقبا عليه ص ونخرج < منـه انبوبا عليه صف وليكن رأسـه ارفع من راس انبوب زح . ونثقب >(٧) في هذه الصفيحة ايضا ثقبا(٨) عليه ط ونخرج منه انبوبا ينتهي الى خارج الانا ويدخل في صنم عليه ي(٩) . وليكن الصنم يصب < في جام >(١٠) بين يديه عليه ع < ونعمل في >(١١) اسـفل الجام تمثال اخر < عليه ع >(١٢) وفي جوف هـذا التمثال انبوب عليه عد يكون احد طرفيه في فم التمثال والاخر يدخل < في انا قب >(١٣) ونجعل في انبوب(١٤) طي بشيونا عليه د(١٥) ونخرج < من البشيون قضيب صغير عليـه

(١) ط : غير واردة — ب : اخر ايضا
(٢) ب : ق و
(٣) ف : ويلصق — ب : ونلصق
(٤) ب : قر
(٥) ف : ه ز
(٦) ب : و ن
(٧) ب : غير واردة
(٨) ب : غير واردة
(٩) ف،ب : د ي — ط : ى (والاصح : ي)
(١٠) ب : غير واردة
(١١) ف : وفي
(١٢) ط : غير واردة
(١٣) ف : الى انا ق ن — ب : في انا عليه ور
(١٤) ف،ب : انبوبي
(١٥) ب : على ن

د ج >(١٦) ونلصق على(١٧) راس هذا القضيب عند علامة < ج قضيب >(١٨) عليه م ش وليكن في طرفــه شعبتين عليهما ل ش(١٩) تم وليكـن في راس(٢٠) القضيب الذي عليه ل ش ثقل عليه ل وفي راسه(٢١) الاخر الذي عليه تم سلسلة تنتهي الى فم انبــوب عد وقريب من ذلك(٢٢) ثم تتصل بحوض عليه ط(٢٣) . وليكن في اسفل هذا الحوض ثقب عليه س < ويكون حوض ط >(٢٤) اذا كان فارغا يرجح ثقل ل(٢٥) ويشيل الحوض حتى يبلــغ به الى قريب(٢٦) فم انبوب < د ع او اسفل >(٢٧) من ذلك قليلا ويكون البثيون في هذا الوقت مغلقا . فاذا كان حوض ط(٢٨) مملوا يشيل الثقل وينزل(٢٩) هو ويرتفع الثقل وينفتح البثيون .

فقد تبين مما عملنا ان الما اذا صب من ثقب < ه يصير >(٣٠) الى خزانة ‖ ا ن(٣١) ويخرج الهــوى من انبــوب فص الى انا قب ويخرج من انا قب في 49 V (T) انبــوب د ع فاذا امتلت خزانة ا ن(٣٢) او قاربت ذلك وصب(٣٣) في جام ع

---

(١٦) ف : من هذا الفثيون قضيبا صغيرا عليه ر د ب : وصغيرا عليه د ح
(١٧) ب : عليه
(١٨) ف،ب : ط قضيبا
(١٩) ب : س تم
(٢٠) ف،ب : طرف هذا
(٢١) ب : راس
(٢٢) ب : غير واردة
(٢٣) ف،ب : ك
(٢٤) ف،ب : وليكن حوض ك
(٢٥) ف،ب : ك
(٢٦) ف،ب : غير واردة
(٢٧) ف،ب : د ع الذي عليه د ا او اسفل
(٢٨) ف،ب : ك
(٢٩) ف : ويترك
(٣٠) ف،ب : ه حتى يصير
(٣١) ب : ا ز
(٣٢) ب : ا ر
(٣٣) ط : صببت

شيا مـــن الرطوبة تجري في انبوب عد ويتبين كان تمثال ع[٣٤] يشرب ويصب الى حوض ط[٣٥] ويمتلي حوض ط[٣٦] فينزل ويرتفع ثقل ل[٣٧] وتجـــري الرطوبة < في انبوب طي ويصبه تمثال دي ولا يزال التمثال >[٣٨] يصب ما دام الصب متصل فاذا قطع الصب وانفرد التمثال بالصب يتفرغ حوض ط[٣٩] من ثقب س لان الانسان اذا صب وصب معـــه[٤٠] التمثال كثر المـــا في حوض ط[٤١] واذا انفرد التمثال بالصب قـــوي[٤٢] ثقب س على ان يفرغ ما يصبه التمثال فيتفرغ حوض ط ويرتفع[٤٣] وينزل ثقل ل ويرجع العمل كما كان اولا فان[٤٤] صب الانسان ثانية عاد العمل كما وصفنا ولا يزال هـــذا فعل[٤٥] التمثال الى ان يفنا ما في خزانة ا ن[٤٦] وذلك ما اردنا ان نبين[٤٧] . ||

---

(٣٤) ب : غير واردة
(٣٥) ف : غير واردة ب : ك
(٣٦) ف، ب : ك
(٣٧) ف، ب : ك ط : ب
(٣٨) ب : ما دام في انبوب ط و يصب تمثال د ولا يزال المثال
(٣٩) ف : ك
(٤٠) ب : معبر
(٤١) ف : ك
(٤٢) ب : فوق
(٤٣) ط : ويستقل (وهو تصحيف)
(٤٤) ب : فا
(٤٥) ط : فعال
(٤٦) ط، ف : ا ب ب : ا ن
(٤٧) ب : والسلام

الرسم ٨٧
(عن المخطوطة ط)

50 R (T)

الشكل الثامن والثمانون (فخ)

صنعة فوارة يفور الما منها كهية السوسنة وان اجبنا جعلنا الما يفور منها كهية الترس . مثال ذلك انا نعمل فوارة اب ونريد ان نجعلها اولا تخرج سوسنة فنقطعها بنصفين بصفيحة عليها هز[١] ونجعل في الصفيحة انابيب كثيرة متقاربة وعليها جـ < ولتكن على توريب على مثال >[٢] ما صورنا < ونعمل على صفيحة هز مخروطا مثل مخروط اهز ليكون الما >[٣] اذا خرج في انابيب جـ < دار في هذا >[٤] المخروط فخرج متشكلا بشكله . < ونجعل مصب الما دب . فقد تبين ان الما اذا صب من ثقب د خرج في انبوب دب الى فوارة اب وخرج في انابيب جـ الى مخروط هزا وخرج الما من مخروط هزا متشكلا بشكل هزا >[٥] وهو شبيه بشكل السوسنة وذلك ما اردنا ان نبين .

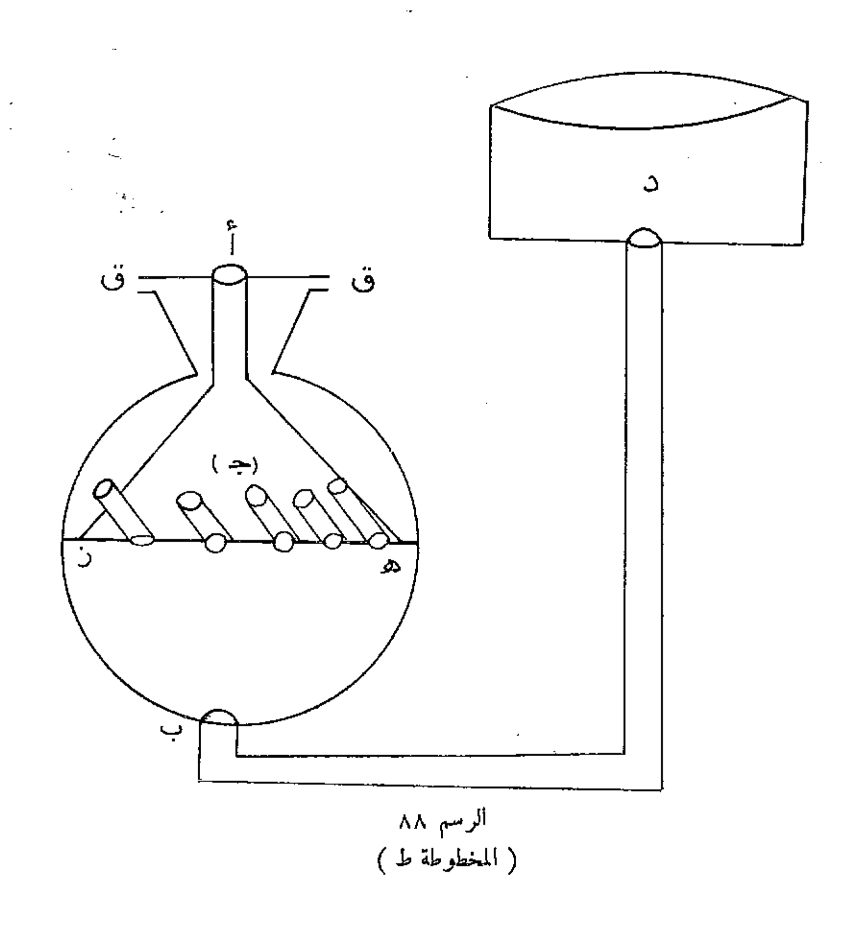
< وان اردنا ان نخرج >[٦] الفوارة على مثال الترس فانا نعيد صورتها كما كان ولا نعمل فيها المخروط ونركب على راسها[٧] صفيحة ولا نلصقها براس الفوارة بل ندع بينها[٨] وبين راس الفوارة فرجة كما تدور الصفيحة

(١) ف : هو
(٢) ف : ولتكن على تاريب على مثال — ب : ولتكن على توريب على مثال — ط : ونجعل الانابيب على تاريب مثال
(٣) ف، ب : ونعمل شبيها بمخروط ينطبق قاعدته على صفيحة هو ويكون راسه عند اعلا مثال ما صورنا ليكن الما
(٤) ف : جاز في هذا — ب : آر في هذا
(٥) ط : غير واردة
(٦) ب : وانا اردنا نخرج
(٧) ب : راس
(٨) ب : بينهما

وعلى هذه الفرجة ق ليكون < اذا خرج الما >[٩] في انابيب ج دار في الفوارة وخرج في فرجة ق . ونجعل فرجة ق ضيقه حتى لا يخرج الما من هـذه الفرجة إلا واجزاوه ملتامـه فانه حينئذ يخرج شبيها بشكل الترس وذلك ما اردنا ان نبين[١٠] . < فافهم ما وصفنا وتبينه فانه عمــل مليح جدا وهــو اســهل الابواب[١١] > . ‖

---

(٩) ف : الما اذا خرج
(١٠) ف،ب : والسلام
(١١) ف،ب : غير واردة



الرسم ٨٨
(المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

(١) هناك شيء من الغموض يكتنف تصميم النافورة وهذا الغموض نجده ايضاً في نوافير الجزري .

(٢) تهدف الانابيب المائلة على الارجح الى زيادة سرعة الماء واعطائه حركة حازونيـــة . ويساعد تصميم المخروط على خروج السائل في خيوط منفصله عن بعضها وعلى شكل قطرات في كل خيط وليس في قضيب سائل واحد وبهذا تتشكل السوسنة .

الشكل التاسع والثمانون (فط)

72 V (V) صنعة فوارة مركبة في بعض المواضع ‖ يفور منها الما مدة من الزمـــان كهيئة الترس ثم ينقطع ذلك ويفور[١] مثل[٢] تلك المدة من الزمان كهيئة القناة ثم يعود ايضا فيفور منها الما على مثال شكل الترس وكذلك لا تزال دهرهـــا تتبدل . ومثال ذلك انا نجعل فوارة م ع[٣] هي الفـوارة التي نريد ان تتبـــدل ونقطعها نصفين[٤] بصفيحة < عليها ه ز >[٥] ونجعـــل في الصفيحة الانابيب التي تخرج الترس على ما بينا عمله في الفوارة التي قبـل هذه < وعليها س >[٦] ونجعل على راس الفوارة صفيحة ولا نلصقها براس الفوارة < بل نترك بينهما فرجة عليها ق على ما قدمنا في الفوارة >[٧] التي قبل هذه . ونصل بهذه الفوارة انبوبا عليه[٨] فص[٩] وينتهي الى حوض ط . ونصل بحوض ط حوضا اخـــر مثله عليه ي وليكن هاذان الحوضان مـوازيين للافـق . ونخرج من < حوضي ي ط >[١٠] انبوبا عليه ك ل[١١] وينتهي الى راس الفـوارة ونقيم على الحاجز[١٢]

---

(١) ط : ثم يفور
(٢) ب : عند
(٣) ب : ر ع
(٤) ب : غير واردة — ط : بنصفين
(٥) ف : غير واردة
(٦) ف : غير واردة
(٧) ب : غير واردة — ط : ن (بدل ق)
(٨) ف : عليها
(٩) ط،ف،ب : نصل
(١٠) ط : حوض ي — ب : حوضي ي ك
(١١) ب : ك و م — ط : ك ت م — ف : ط ي ز
(١٢) ب : الحاجزين — ط : الجانب المشترك

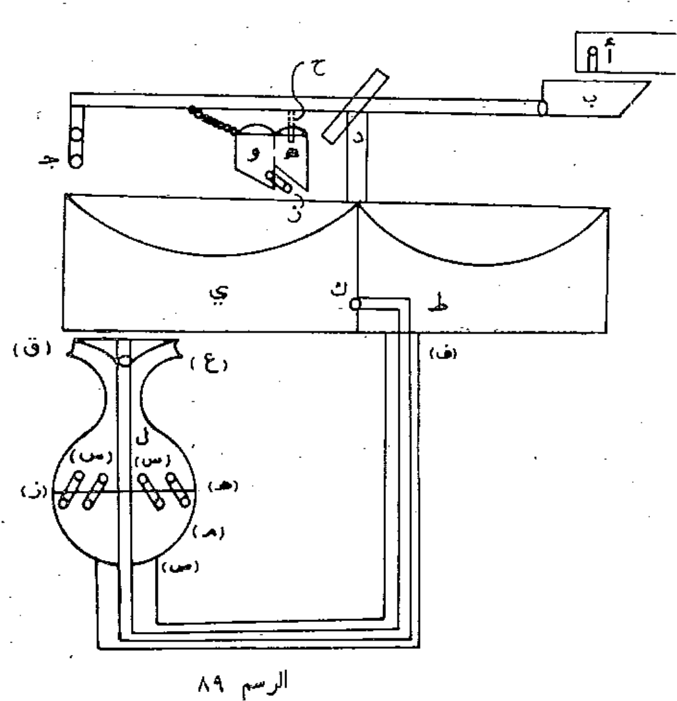
بين حوض ط وحوض ي[13] عمـودا عليه ك د ونعمل عند د محورا عليه د[14] ونصل بهذا المحور انبوباً < عليه ب ج >[15] ونعمل على طرف هـذا الانبـوب < عند علامة >[16] ب حوضا صغيرا عليه ب[17] وليكن شكله شبيها بما صورنا ليكون اذا ارتفع تفرغ جميع ما فيه في[18] انبوب ب د ج[19] ونصل بانبـوب بج[20] حوضين احـدهما ملصق بالاخر وهما < حوضا ه و >[21] وليكونا على الشكل الذي صـورنا ليكون هاذان الحوضان اذا استقلا الى ناحية حوض ي تفرغ ما في حوض ه في حوض و < ونفـرغ ما في حوض و >[22] من انبوب ز ونجعل بين هذين الحوضين ثقبا صغيرا عليه و لتطول مدة حوض ه في الامتلا لان هذا الثقب ياخذ[23]من الما اخذا ضعيفا ويصب الى حوض و ويسيل ما يفرغ هـذا الثقب من انبوب ز . ونخرج من انبوب بج[24] انبـوبا دقيقا صغيرا عليه ح يصب في حوض ه[25] . ونجعل حوض ه[26] اذا كان فارغا كان انبوب بج موازيا[27] للافق واذا امتلا حوض

(١٣) ف : ص
(١٤) ب : ح
(١٥) ف،ب : غير واردة
(١٦) ط : الذي عليه علامة
(١٧) ب : ز
(١٨) ف : من
(١٩) ف : ب جد ، ط : بج
(٢٠) ب : مح
(٢١) ب : حوضاه
(٢٢) ب : غير واردة
(٢٣) ط : نهاية نص الشكل التاسع والثمانين على الصفحة 50 V
(٢٤) ب : مح
(٢٥) ف : ج
(٢٦) ب : ل
(٢٧) ب : موازنا

هَ مال انبوب < بجَ الى >[٢٨] ناحية حوض يَ وتفرغ < حوض هَ في >[٢٩] حوض وَ وتفرغ ما في حوض وَ في انبــوب زَ . ونجعل مصب الما من انبوب آ في حوض يَ[٣٠] < اذا كان انبــوب بجَ موازيا للافق فاذا تفرغ حوض بَ واستقل حوض هَ صار مصب انبوب آ في حوض طَ >[٣١] . فقد تبين ممــا عملنا[٣٢] انه اذا انصب الما من انبــوب آ صب[٣٣] في حوض بَ ويجري في انبوب بجَ ويصب انبوب بجَ في حوض يَ ويدخل الما في انبوب < كَ لَ فيفور بالفوارة >[٣٤] شبيها بالقناة ويكون انبــوب حَ < يصب في حوض هَ صبــا يسيرا لانا نجعله دقيقا فلا تزال الفوارة تفور || شبيه بالقناة >[٣٥] الى ان يمتلي (V) 73 R
حوض هَ فاذا امتلا حوض هَ استقل وفرغ ما فيه في حوض وَ[٣٦] [وتنحا][٣٧] بَ وارتفــع عن مصب الما الذي عنــد آ ويصب انبــوب آ في حوض طَ ويخرج الما في انبــوب فصَ[٣٨] الى فوارة مَ عَ ويخرج من انابيب سَ وتفــور الفوارة شبيها بشكل الترس فلا يزال كذلك الى ان يتفرغ حوض وَ[٣٩] وحوض هَ من انبوب زَ فاذا تفرغ حوض وَ وارتفــع وصار انبــوب بجَ[٤٠] موازيا للافق وصب انبوب آ في حوض بَ وخرج الما في انبوب بجَ الى حوض يَ

(٢٨) ب : بج آ في
(٢٩) ب : غير واردة
(٣٠) ب : بَ
(٣١) ف،ب : هذه العبارة موجودة في كل من ف ، ب ولكنها مشطوبة (بخط فوقها) في المخطوطة ط (وهي مستقيمة المعنى) .
(٣٢) ب : وصفنا
(٣٣) ب : غير واردة
(٣٤) ب : كَ مَ فتفور الفوارة
(٣٥) ب : غير واردة
(٣٦) ف : ىَ
(٣٧) ف،ب : غير واضحة وربما كانت : وتنحا ، وبينما (؟) .
(٣٨) ف : لَ فَ (وحسب الرسم المحقق فصَ)
(٣٩) ب : رَ
(٤٠) ب : حَ

وجرى في انبوب كل(٤١) عادت الفوارتان(٤٢) الى عملهما(٤٣) الاول(٤٤) ولا يزال يتبدل ما دام لها(٤٥) الما وذلك ما اردنا ان نبين .



الرسم ٨٩
(عن المخطوطة ف مع اضافة الانبوب المنقط ح)

(٤١) ب : كم ف : كعم (وبموجب الرسم المحقق كل)
(٤٢) ب : الفوارة
(٤٣) ب : عملها
(٤٤) ب : غير واردة
(٤٥) ب : غير واردة

ملاحظـــات :

(١) من الضروري ان تكون المسافة بين الحوض بَ وبين قناة الماء آ اكبر مما هيعليه في الرسم . وبدون ذلك فلسوف يصطدم الحوض بَ بطرف قناة المـــاء عندما يرتفـــع الحوض بَ عندما تميل كفة الميزان .

(٢) هناك انبـــوب صغير رأسي موجود في القناة آ ويفيـــد مثل هـــذا الانبوب في منع الرواسب كالرمال وغيرها من دخول الحوض بَ .

(٣) ان العنصر الاساسي في نجاح هذا الجهاز هو بالطبع ذراع الميزان بَدَجَ مع الحوضين وَ هَ . ولا يظهر في الرسم الاصلي الانبوب الضيق حَ الذي يتفرغ من الانبوب بَجَ لتغذية الحوض هَ ولذلك اضفناه بخطوط متقطعة (وهذا الانبوب موجود في الشكل ٩١ بصورة صحيحة) . ويذكر النص وجود ثقب بين الحوضين هَ ، وَ ولكن الرسم لم يبين هذا الثقب . وعمل هذا الميزان وتركيبه يشبه التصميم الوارد في الشكلين ٥٠ و ٦١ .

لقد انتقد الجزري (انظر المراجع) هذه النافورة لانه اعتقد بان الانبوب بَجَدَ سوف يعود الى الوضع الافقي قبل ان ينتهي الحوض طَ من تفريغ محتوياته . ومع ان ملاحظات الجزري غالباً ما تكون صائبة الا انه في هذه الحالة لا يوجد ما يمنع من صحة عمل هذه الآلية . والجزري نفسه يقول بانه لا يستطيع ان ينسب الخطأ الى الاصل ام الى الناسخين ومن المحتمل اذن ان تكون النسخة التي اطلع عليها الجزري غير دقيقة في رسومها .

الشكل التسعون (ص)

صنعة فوارة يفور منها الما مرة على مثال شكل السوسنة ومرة مثل القناة ويكون عملها بالريح[١] ما دامت تهب وتعمل ايضا بجرية الما وتبدل . مثال ذلك انا نعمل فوارة عليها حط ونقطعها بصفيحة عليها ي ونعمل في الصفيحة الانابيب التي[٢] تخرج السوسنة[٣] وعليها ي . ونصل ‖ بالفوارة انبوبا عليه 73 V (V) و ه وينتهي الى حوض ب ونصل بحوض ب حوضا اخر مثله عليه ج ونخرج من حوض ج انبوبا عليه < د ز ينتهي >[٤] الى قريب من راس الفوارة ونعمل على الفصل[٥] المشترك لهذين الحوضين عمودا يقوم من الافق على زوايا قايمة ونجعله يدور على محورين < عليهما م ن >[٦] ونعمل على هذا العمود فرجات تدير عمود نم اذا هبت الريح كما من عادة الناس يعملونه في الاهوريلحات[٧] ونصل بهذا العمود حوضا عليه ل[٨] ليكون اذا دار عمود من ادار حوض ل ونثقب في حوض ل ثقبا عليه ق ونجعل مصب الما من انبوب ا الى الحوض ل . فقد تبين مما عملنا ان الريح اذا هبت ادارت فرجات ك ودار عمود < نم

---

(١) ب : بالرمح

(٢) ب : الذي

(٣) ب : الترس ف : وردت كلمة السوسنة تحت كلمة الترس تصحيحاً للأخيرة

(٤) ب : د ر بينهم ف : د م ينتهى

(٥) ب : المفصل

(٦) ب : عليها س ف : عليهما ص ر

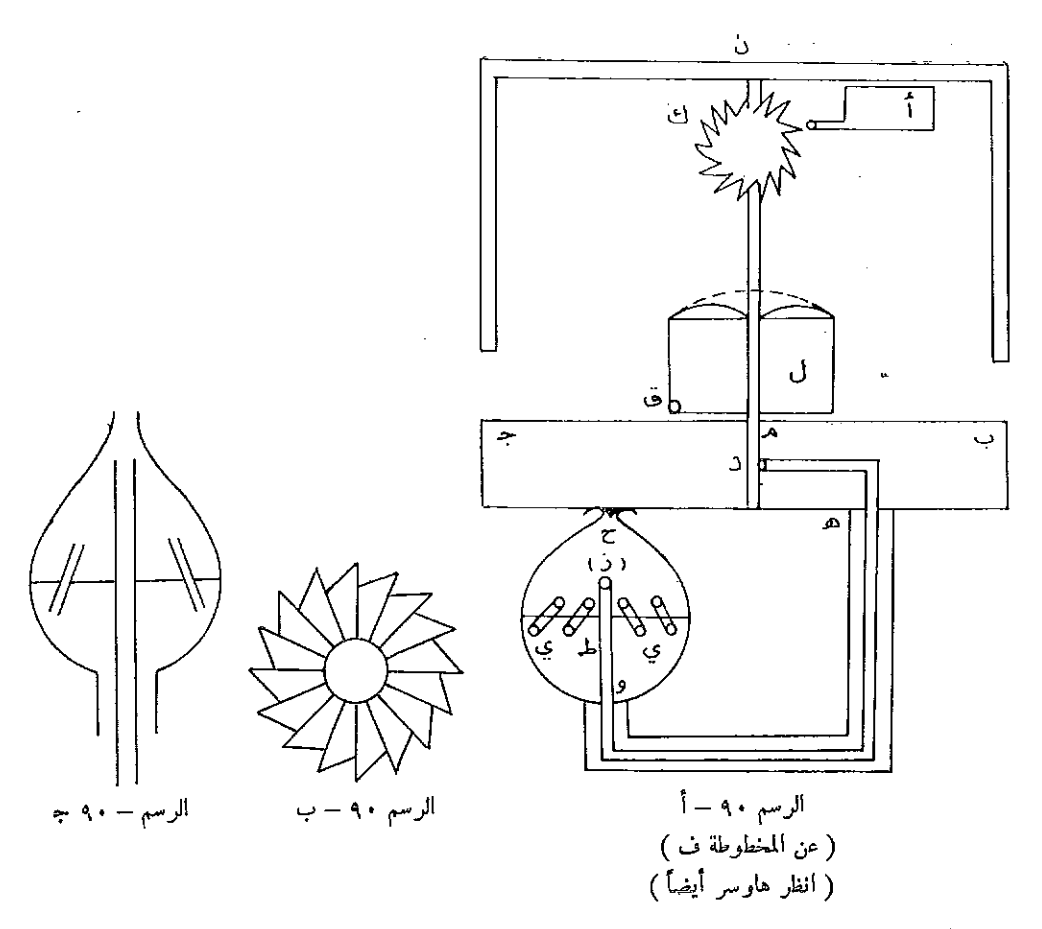
(٧) ب : الانبوريا

(٨) ف ، ب : على هذا الحوض ثلاثة رموز ك ، ل ، ق . اما الرمز ق فهو للثقب في اسفل الحوض واما الرمزين ل ك فهما للحوض . وبما ان الرمز ك استخدم ايضا لدولاب الهواء لذلك فقد اكتفينا بالرمز ل للدلالة على الحوض . وصححنا الحرف ك في النص الى ل .

وادار <(٩) حوض لَ وصب انبوب آ(١٠) في حوض لَ فاذا دار حوض لَ وكان ثقب قَ عنـد حوض جَ خرج الما من حوض لَ(١١) في ثقب قَ(١٢) الى حوض جَ ودخل الما في انبوب دزَ فعادت الفوارة قضيبا فاذا(١٣) دار حوض لَ وصار ثقب قَ عند حوض بَ(١٤) ودخـل الما في انبوب هوَ فعادت الفـوارة سوسنة وكذلك لا يزال ما دامت الريح تهب(١٥) [واذا](١٦) < نحـن جعلنا انبوب آ يصب [على](١٧) فريجات كَ بدلت الفوارة ايضا وعملت كما تعمل بالريح <(١٨) وذلك ما اردنا ان نبين . ||

---

(٩) ب : مَ وادار حوض مَ وادار
(١٠) ب : اي
(١١) ف : قَ
(١٢) ف : مَ
(١٣) ب : ما
(١٤) ب : رَ
(١٥) ب : تعمل بالريح
(١٦) ف : غير واضحة (وقد افترضنا الكلمة لاستقامة النص)
(١٧) ف : اضيفت هذه الكلمة من اجل استقامة النص
(١٨) ب : غير واردة



الرسم ٩٠ – أ
(عن المخطوطة ف)
(انظر هاوسر أيضاً)

الرسم ٩٠ – ب

الرسم – ٩٠ جـ

ملاحظـــات :

(١) هناك حوض واحـــد فوق الحوضين بَ ، جَ وهو الحوض لَ ويمر المحور داخل هذا الحوض . والخط المتقطع يبين تصحيحاً لكي يزيل هذا الالتباس المسبب عن الرسم .

(٢) وردت كلمة (الاهوريلحات) في المخطوطة ف او (الانبوريا) في المخطوطة ب وربما كان هناك تصحيف في كل منهما والواضح ان ذلك يشير الى دواليب هوائيـــة كانت شائعة الاستعمال بين الناس كما يوحى النص . ويظن هاوسر وكذلك هيل انه ربما كانت الكلمة المقصودة ماخوذة من كلمة اونيموريون (**Onemurion**) اليونانية والتي استخدمها هيرون عند وصفه لدولاب هوائي يدير ارغناً ميكانيكياً .

(٣) يبين الرسم دولاباً مائياً وليس هوائياً . واي تخيل لتصميم الدولاب الهوائي لهذه الآلـــة سوف يكون مجرد تكهن . اما الدولاب المائي المرسوم هنا فهو على الارجح من النوع الافقي ذي الاجنحة (الرسم ٩٠ – ب) الذي استخدمه الجزري .

الشكل الواحد والتسعون (صا)

صنعة فوارتين مركبتين في رواق او في بعض المواضع بالقرب من بعض الانهار لا يزال احدى الفوارتين ‖ يفور منها الما كهيئة الترس ويفور 129V(B) الاخرى كهيئة قناة . فاذا مضت ساعة ابتدلتا فخرج من فوارة الترس مثل القناة وخرج من الذي كان يخرج مثل القناة مثل الترس . فاذا مضت ساعة اخرى عاد الامر كما كان اولا وكذلك لا يزال يتبدلان طوال الدهر .

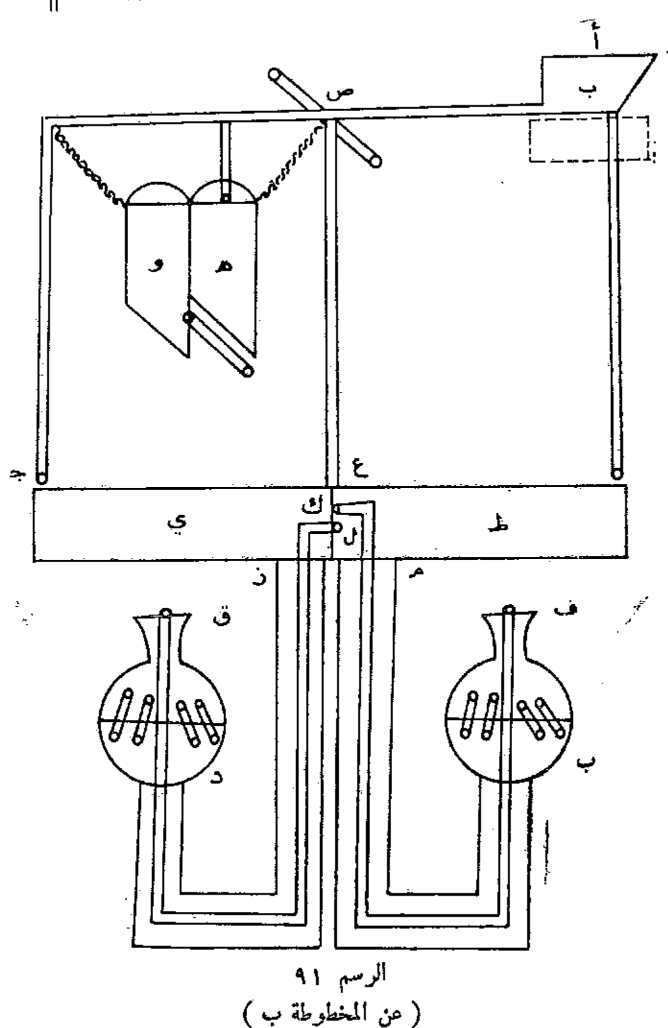
مثال ذلك فوارتين عليهما قد فب ونجعل كل واحد منهما ترسا كما قد تبينا . ونصل بهاتين الفوارتين انبوبين ينتهيان الى <حوضين عليهما>[1] ط ي على مثال ما صورنا وعلى الانبوبين دز ب م . ونخرج من حوضي ط ي انبوبين عليهما <ك ف ل ق ينتهيان>[2] الى فوارتي قد فب كما صورنا . ونقيم على فصل هذين الحوضين عمودا عليه ع ص ونعمل عند ص محورا يتصل به على مثال ما صورنا في الفوارة التي تبدل[3] ونجعل مصب الما من آ .

فقد تبين مما عملنا انه اذا انصب الما من انبوب آ في حوض ب جرى في انبوب <بج وصب>[4] الى حوض ي وخرج الما في انبوب <ز د الى>[5] فوارة قد وفي انبوب ك ف[6] الى فوارة فب فعادت فوارة ق د[7] ترسا . فاذا امتلا حوض ه استقل وارتفع حوض ب وتنحا انبوب آ

---

(١) ب : < حوض عليه > وهو تصحيف
(٢) ب : < ك ف ل وينتهيان > وهو تصحيف
(٣) اي الشكل (٨٩)
(٤) ب : < نحو صب > وهو تصحيف
(٥) ب : < ل والى > وهو تصحيف
(٦) ب : < م ب > وهو تصحيف
(٧) ب : وب

< وصب >[٨] في حوض ط وخرج المـــا في < انبوبي ل ق م ف ففارت >[٩] فوارة ق د سوسنة[١٠] وفارت فوارة ف ب ترسا وذلك ما اردنا ان نبين . وقد يستقيم ان نعمل هذه الحيلة في الحمامات لا بتدال الما الحار بالبارد والبارد بالحار وفي الفثيون الواحد ايضا وذلك ما اردنا ان نبين . ||



الرسم ٩١
(عن المخطوطة ب)

(٨) ب : اضيفت كلمة < وصب > من اجل استقامة المعنى
(٩) ب : < انبوب ك ونو فثارت >
(١٠) ب : يجب ان تكون هذه الكلمة < قناة > وليس سوسنة

ملاحظـات :

(١) هذا الشكل مأخوذ عن المخطوطة ب دون غيرها فلقد انتهت الاشكال الموجودة في كل من المخطوطتين (ط) و (ب) بشكل رئيسي .
فكافة الرسوم من الشكل ٩١ حتى الشكل ١٠٠ مأخوذة من مخطوطة برلين . وتحتوي المخطوطة ف على رسم الشكل ٩٢ ولكنه مشوه جزئياً . كما ان النصوص للاشكال ٩١ والجزء من ٩٣ وللاشكال ٩٤ ـــ ١٠٠ تعتمد فقط على مخطوطة برلين، وفي هذه الرسوم لا نجد حروفاً على الرسوم كما ان النصوص تحتوي على اخطـاء عديدة ولا مناص في هذه الحالة (من اجل استقامة النصوص ومطابقتها مع الرسوم) من تصحيح الاخطاء ووضع الرموز على الرسوم كما فعلنا في هذا الشكل .

(٢) ليس هذا الشكل الا نموذجاً مضاعفاً للشكل ٨٩ .

(٣) هناك انبوب عمودي يمتد من الحوض بَ الى الاسفل الى الحوض طَ ولا يوجد ذكر لهذا الانبوب في النص . وهناك على ما يبدو خطأ في الرسم فاما انه لا ضرورة لمثل هذا الانبوب حيث يستطيع الماء ان يصب من انبوب التغذية آ في الحوض طَ مباشرة عندما يرتفع الحوض بَ كما هو الحال في الشكل ٨٩ او انه يوجد تحت الحوض المتحرك بَ حوض آخر يصب اليه الماء بعد ان يرتفع الحوض بَ وقد تم رسم هذا الحوض بخطوط متقطعة في الرسم . ففي مثل هذه الحالة يصب الماء من انبوب التغذية آ الى مثل هذا الحوض المفترض (بعد ان يرتفع الحوض بَ) ويسيل منه عبر الانبوب الرأسي الممتد الى قريب من الحوض طَ . ولا يمكن باي حال ان يكون هـذا الانبوب مثبتاً على الحوض بَ كما هو مبين في الرسم .

ومن ناحية اخرى نجد ان الانبوب جَ الرأسي طويل جداً مما يعيق حركة ذراع الميزان .

صنعة فوارة تبدل وتعمل مثل عمـــل ‖ الفوارة الذي قدمنا وصفها 130V(B)
بعمل اخر والفرق بينهما ان الحيلة[1] < التي بها[2] يكون التبدل >[3] في هذه الفوارة التي نحن واصفوها في داخلها وكانت في تلك خارجة منها . وذلك انا نعمـــل فوارة عليها سب وليكن راسها س ومدخـــل الما اليها ق ونقطعهـــا بنصفين بصفيحة عليها هو ونقطعها ايضا بصفيحة اخرى فوق تلك عليها جد ونجعل في صفيحة جد الانابيب التي تخرج السوسنة ونقطع ايضا قريبا مـــن اسفله بصفيحة عليها ب ك ونقيم في وسط صفيحة بك[4] عمـــودا عليه ز ح يدور على قضيبين في صفيحتي هو بك عليهما ح ز[5] ونعمل في عمـــود ح ز[6] فرجات تدير عمـــود حز اذا ضربها الما[7] وعليها م ونعمل في صفيحة بك[8] انابيب شبيه [9] بالانابيب التي تخرج ترسا من الفوارة عليها < ط ونجعل >[10] ما يخرج منها من المـــا يضرب فرجات[11] م حتى تدور هـــذه < الفرجـــات ونعمل في عمود حز لولبا عليه ك وليكن هـــذا >[12] اللولب يدير دندانجات

(١) ب : الحلية
(٢) ب : بهما
(٣) ب : العبارة مكررة
(٤) ب : بل
(٥) ب : جر
(٦) ب : و ز
(٧) ب : الملك
(٨) ب : بك
(٩) ف : عودة النص الى المخطوطة
(١٠) ب : ط و نجعل
(١١) ب : غير واردة
(١٢) ب : غير واردة

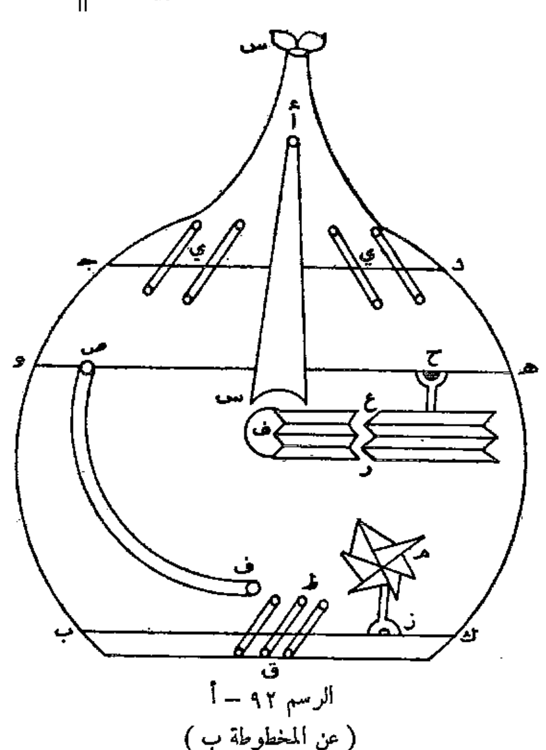
مركبة على ذكر[١٣] فثيون مطحون عليه عر[١٤] كما صورنا وعلى الانثى من هذا الفثيون علامة س ف ليكون الما اذا ادار[١٥] فرجات < م دار >[١٦] عمود حز وادار اللولب[١٧] الذي عند ك ذكر فثيون س ف . ونخرق في الانثى[١٨] من هذا الفثيون خرقين متقابلين مستطيلين < عليهما س ف ونخرق في الذكر ايضاً خرقاً مستطيلا >[١٩] وليكن الخرق ابدا لازما لاحد الخرقين الذين في الانثى ولا يفارق احدهما حتى يبتدي في الاخر وعليه ب . ونصل بالخرقين اللذين في الانثى انبوبين ينتهي احدهما الى قريب من راس الفوارة وعليه س ا وينتهي الاخر الى قسم الفوارة الذي || بين صفيحتي جد هو 131R(B) وعليه فص . ونجعل اسفل ذكر الفثيون مفتوحا ليدخل فيه الما الى انبوبي سا فص من خرق[٢٠] ب فاذا قابل خرق ب الخرق الذي في الانثى[٢١] عند س فارت الفوارة قضيبا واذا قابل الخرق الذي عليه ف[٢٢] خرج الما الى قسم الفوارة الذي[٢٣] بين صفيحتي جد هو فيخرج الما في انابيب ى فتفور الفوارة شبه السوسنة .

فقد تبين مما عملنا انه اذا ركبت الفوارة وسرح اليها الما دخل في انبوب ق[٢٤] الى انابيب ط[٢٥] وضربت انابيب ط فرجات م فادارتها ودار[٢٦] لولب ك وادار ذكر فثيون س ف ودخل[٢٧] الما في فثيون س ف من اسفله

---

(١٣) ب : غير واردة
(١٤) ف : عب
(١٥) ب : غير واردة ف : دار
(١٦) ب : ر د ا
(١٧) ب : الكوكب
(١٨) ب : الانه
(١٩) ب : غير واردة
(٢٠) ب : خوف
(٢١) ب، ف : الذكر (وهو تصحيف)
(٢٢) ب : ب
(٢٣) ب : الذي خرج
(٢٤) ب : و
(٢٥) ف : طز
(٢٦) ب : غير واردة
(٢٧) ب : غير واردة

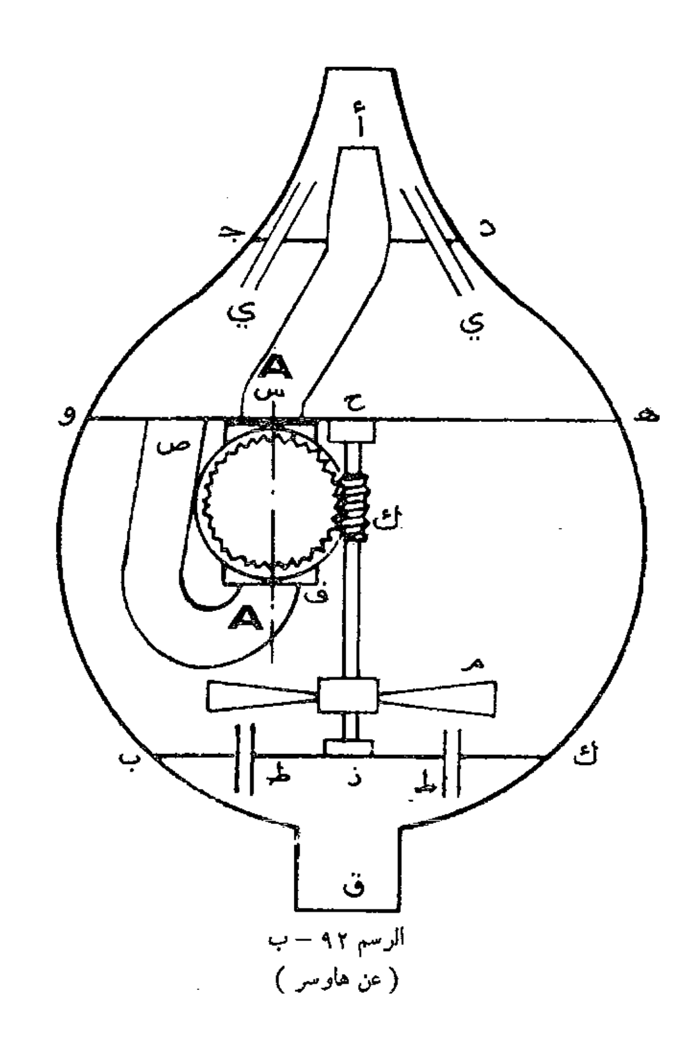
فاذا كان خرق بَ من الذكر عند(٢٨) خرق سَ من الانثى < فارت الفوارة قضيبيا فلا يزال كذلك الى ان يوافي خرق بَ من الذكر خرق فَ من الانثى >(٢٩) فتفور الفوارة سوسنة وكذلك لا يزال وذلك ما اردنا ان نبين .
وقد يفهم مما(٣٠) عملنا انه لو اردنا ان نخرج الفوارة ثلاثة الوان واكثر لفعلنا ذلك بان نخرق في الانثى من الفثيون(٣١) خروقا على عدد ما نريد ان نخرج من الفوارة(٣٢) من الالوان < ونصل بها >(٣٣) انابيب تنتهي الى(٣٤) الفوارة وتخرج(٣٥) اشكالا مختلفة وذلك ما اردنا ان نبين . ‖



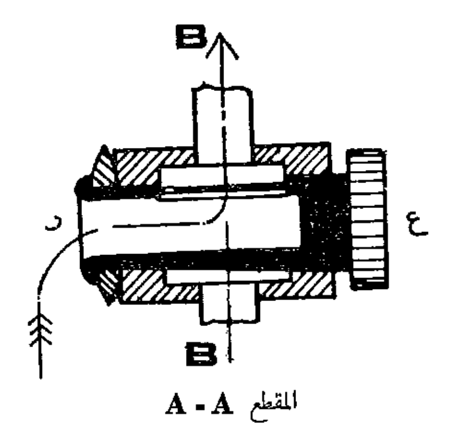
الرسم ٩٢ — أ
(عن المخطوطة ب)

---

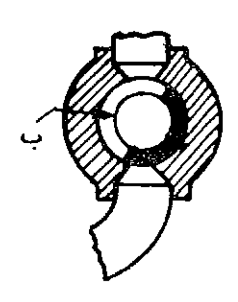
(٢٨) ب : غير واردة
(٢٩) ب : العبارة مكررة
(٣٠) ب : غير واردة
(٣١) ب : الفثيونات
(٣٢) ب : الفثيون
(٣٣) ب : ويصل بهما
(٣٤) ب : في
(٣٥) ب : تخرج



الرسم ٩٢ — ب
(عن هاوسر)



المقطع A - A



المقطع B - B

ملاحظـــات :

(١) من اجـــل فهم هـــذا الجهاز يتم الرجوع الى الرسم ٩٢ ــ ب والرسمين الاضافيين الملحقين به وكان هاوسر قد نشر هذه الرسوم التوضيحية في ترجمته الالمانية لكتاب الحيل .

(٢) يدخل الماء الى المدخل قَ ويمر في الانابيب طَ ويضرب تيار الماء المنبعث من الانابيب الدولاب ذا الاجنحه مَ . ويدير الدولاب مَ المسنن الحلزوني كَ الذي يدير بدوره المسنن المركب على ذكر الصمام (السكر او الحنفية) . وعندما تنطبق فتحة ذكر الصمـــام (وهي الفتحة بَ المبينه على المقطع B - B) على الفتحة س في جسم الصمام (الانثى) وبالتالي تتصل بالانبوب س آ فان النافورة تفور على شكل قضيب عمودي من الماء . وعندما يدور ذكر الصمام بحيث تصبح الفتحة بَ مقابلة للفتحة فَ في جسم الصمام (اي الانثى) فان هذه الفتحة تتصل بالانبوب فَ صَ وينطلق المـــاء من النافورة على شكل سوسنة .

الشكل الثالث والتسعون (صج)

صنعة فوارة تخرج ساعة قضيبا وساعة ترسا وحولها فوارتين صغيرتين أو كم شينا وتكون الفوارة || الكبيرة إذا فارت(١) ترسا فارت الفوارتين 132R(B) اللتين حولها < قضيباً وإذا فارت الفوارة الكبيرة قضيباً فارت الفوارتين التي حولها اترسة >(٢) وكذلك لا يزال . مثال ذلك انا نعيد الصورة التي وصفناها قبل ونعيد جميع ما فيها من العمل < غير انا نجعلها تخرج ترساً ولو اردنا ان نخرج سوسنة لاعدنا ذلك العمل >(٣) بعينه وهي فوارة آب ونجعل في هذه الفوارة مكان الانبوب الذي يخرج في الفوارة المتقدمة من فثيون س ف وينتهي الى راس الفوارة انبوبا يخرج من هذا الفثيون وينتهي الى قسم جد هو عليه س ح . ونطبق على صفيحة هو حوضا صغيرا مسدودا من جميع الجهات على مثال ما صورنا عليه زح ويكون انبوب س ح يدخل الما الى هذا الحوض . ونخرج من هذا الحوض انبوبا ينتهي الى راس الفوارة عليه ح آ ونجعل عن جنبتي هذه الفوارة فوارتين صغيرتين ف م ط ي(٤) ونجعل كل واحدة منهما تخرج ترسا . ونخرج من قسم جد هو انبوبين ونركب عليهما الفوارتين < على مثال ما صورنا ونجعلهما(٥) ينفذان الى الفوارتين >(٦) وينتهيان الى(٧) رأسهما وعليهما لف لط(٨) . ونخرج من حوض زح انبوبين يدخلان في

---

(١) ب : دارت ف : فارت
(٢) ب : غير واردة
(٣) ب : غير واردة
(٤) ب : ت م طى
(٥) ب : ونجعلها
(٦) ب : العبارة مكررة
(٧) ب : غير واردة
(٨) ب : لو لط

انبوبي ف ل[٩] ط ل وينتهيان الى فوارتي ف م ط ي عليهما ز ك[١٠] ويكون[١١] ما يخرج منهما من الما الى فوارتي ف م[١٢] ط ي هو الذي يخرج منه الترس .

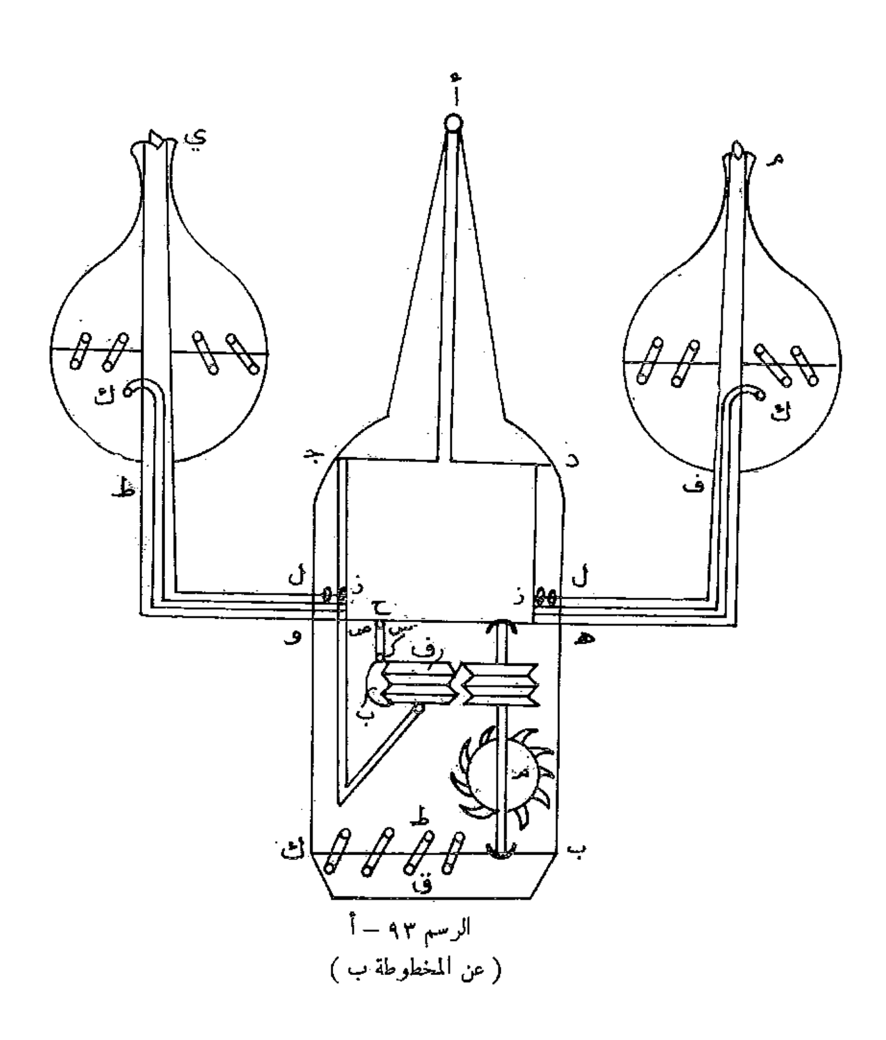
فقد تبين مما وصفنا ان الما اذا دخـل الى فوارة ا ب وكان خرق ب عند خرق س يدخـل في انبوب س ح الى حوض ح ز ويخرج من حوض[١٣] ح ز في انابيب ح ا ز ك[١٤] وتفـور < فوارة ا ب قضيبا وتفور >[١٥] ‖ فـوارتي 132V(B) ف م ط ي[١٦] كل واحـدة منهما ترسا . فاذا صار خرق ب عند حرف ف دخل الما في انبوب فص الى قسم جد هو[١٧] وخرج من قسم جد هو الى فوارة ا ب فيفور ترسا ويدخـل الما في فوارتي فم ط ي[١٨] في انبوبتي لف لط[١٩] فيفوران[٢٠] قضيبين وذلك ما اردنا ان نبين . وقد يفهم مما عملنا انا لو اردنا ان نعمل حول[٢١] هذه الفوارة عـدة فوارات تبدل وتخرج اشكالا مختلفة لفعلنا ذلك .

قال اخو الحسن علي بن احمد الحاسب هذا كلامي في التبيين عن الشكل الخامس والتسعين[٢٢] من كتاب بني موسى اذ كنا لم نشرحه في نسخة مـن النسخ بل وجدناه بخط فتح غلام بني[٢٣] موسى وفي النسخة اصلاحات بخط

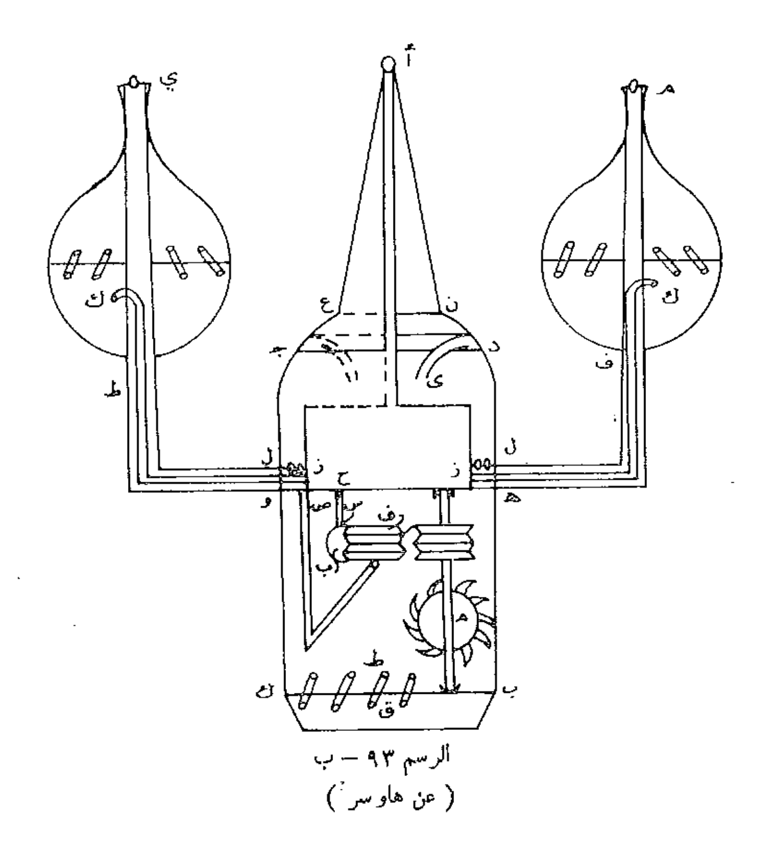
---

(٩) ب : و ل
(١٠) ب،ف : ر ل
(١١) ب : ويخرج
(١٢) ب : ب م
(١٣) ب : حوضى
(١٤) ب،ف : حا ز ل
(١٥) ب : غير واردة
(١٦) ب : وم ف : لو ط ى
(١٧) ب : جد هف
(١٨) ب : ط ى
(١٩) ب،ف : لو لط
(٢٠) ب : فيفور
(٢١) ب : حوض
(٢٢) يجب ان يكون : الثالث والتسعين
(٢٣) ب : بن

محمد بن موسى وكان هـذا الشكل مصورنا (؟) ولم يكن عليه حروف ولا رسالة فلما نظرت اليه وتدبرته وعرفته اذ كنت قد فهمت جميع ماوصفوه الى هذا الشكل وهو قريب من الفوارة التي قبل فعملت هذه الرسالة وذلك ما اردنا ان نبين والسلام . ||



الرسم ٩٣ – أ
(عن المخطوطة ب)



الرسم ٩٣ — ب
(عن هاوسر)

ملاحظـــات :

(١) بهذا الشكل ينتهي آخر نص في المخطوطة ف ذلك ان الصفحة V 74 من هذه المخطوطة اشتملت على نص هذا الشكل . اما الرسم فهو غير موجود .

(٢) القسم السفلي من هذا الشكل يشبه تماماً الشكل السابق (الشكل ٩٢) ويمكن الرجوع الى الرسوم التوضيحية الواردة هناك .

(٣) القسم العلوي من الرسم مرسوم بصورة سيئة . ولذلك اوردنا الرسم ٩٣ — ب الذي يصحح بعض اخطاء الرسم ويوضحه .

(٦) قسم الجسم المجوف الاساسي للنافورة اب ثلاثة اقسام بواسطة الصفائح الثلاثة : ب ك ه و ج د ويشبه التصميم الواقع بين الصفيحتين السفليتين ب ك ه و التصميم نفسه تماماً الوارد في الشكل ٩٢ . ولكن الانبوب س ح الخارج من جسم الصنبور لا يستمر الى

اعلى النافورة بل يصب في الحوض الصغير المغلق ح ز . وقــد تم تصحيح رسم هــذا الحوض في الرســم ٩٣ ــ ب . وفوق الحوض ح ز يوجــد انبوب للخروج الى اعلى النافورة هو الانبوب ح ا ومنه ينبعث الماء قضيباً .

ومن الحوض ح ز ايضاً يخرج من الجانبين الانبوبان ز ك حيث يخترقان النافورتين الصغيرتين وينبعث منهما الماء على شكل ترس من كل منهما .

وفي القسم الواقــع بين الصفيحتين جد هو (وخارج الحوض ح ز المغلق) يتجه الماء الى احد سبيلين : فالماء الذي ينبعث من النافورة الرئيسية يخرج من الانابيب القصيرة ى التي تمر من داخل الصفيحة جد الى خارجها والتي تغطيها صفيحــة اخرى ن ع . ولا توجد في الرسم الاصلي هــذه الانابيب القصيرة ى ولا توجــد كذلك الصفيحة ن ع . ويخرج الماء من الانابيب القصيرة ى وينبعث على شكل الترس (انظر الرسم ٨٩ــب)

اما السبيل الاخر للماء الواقع في الحيز المحصور بين الصفيحتين جد هو فهو عن طريق الانبوبين الجانبيين ل ف ل ط فهذان الانبوبان لا يدخــلان الى الحوض ح ز بل يقفان عنده من خارجه ويتصلان بالحيز جد هو بواســطة الثقوب المبينة في الرســم ويمتد هذان الانبوبان الى النقطتين م و ي في اعلى النافورتين الجانبيتين فعندما يخرج الماء من النافورة الرئيسية على شكل ترس من الانابيب القصــيرة ى فانه ينبعث على شــكل قضيبين من النافورتين الجانبيتين .

ويتم التبديل بين مرور الماء الى الحوض ح ز او مروره الى الحيز جد هو عن طريق الصنبور او الصمام الذي يدور بواسطة الآليه الموصوفــة في الشكل السابق . فمرة يمر الماء الى الحوض ح ز عن طريق الانبوب س ح ومرة يتحول الماء الى الحيز جد هو عن طريق الانبــوب ف ص وذلك من جراء دوران ذكر الصمام وانطباق فتحته مرة على الفتحة ب ومرة على الفتحة ف في مقعد الصمام .

الشكل الرابع والتسعون (صد)

نريد ان نبين كيف نعمل فوارتين || يفور من احدهما شبه القناة ومن 133V(B)
الاخر شبه السوسنة مدة من الزمان ثم يتبدلان فيخرج من التي كانت تفور قناة سوسنة ومن التي كانت تفور سوسنة قناة مقدار ذلك من الزمان ثم يتبدلان ايضا مقدار ذلك من الزمان ولا يزال على هذا ما دام الما ملصقا فيها .
فتحط لذلك مثال خزانة كن م ل ونقطع من اسفلها بصفيحة عليها جب ويثقب في هذه الصفيحة ثقب كثيرة ويخرج منها انابيب موربة[1] كما عمل بني موسى قبل هذا الشكل وعليها علامات ص ويخرج محور ه س ويجعل مداره في صفيحة جب على نقطة س ونعمل على محور ه س[2] فرجات كما تعمل دواليب الرحا عليه وتقدر انابيب ص[3] حتى تكون تصب على فرجات < و كما >[4] في الصورة . ونعمل ايضا على محور ه س[5] لولبا عليه ف ونعمل فثيون قز كما عمل بني موسى قبل هذا ونجعل طرف ز مفتوحا ليدخل منه الما ونركب على طرف ق انثى اللولب ويعلم عليها ق ليكون اللولب الذي عليه ف اذا دار < دار >[6] معه فثيون قز ويخرق في هذا الفثيون خرقا مستطيلا مقدار استدارة قريب من نصف محيط[7] جسم الذكر وعليه ق ويهندم على خرم انبوبين غليظين مفتوحين عليهما ز حتى يكون اذا دار الفثيون فوقع خرم

---

(١) ب : مونة
(٢) ب : ب س
(٣) ب : س
(٤) ب : وكما
(٥) ب : ب س
(٦) ب : اضيفت هذه الكلمة من اجل استقامة النص
(٧) ب : مخبط

قَ(٨) على مقابلة فتح الانبوبين جرى < الماء >(٩) فيهما . ويخرج هذان الانبوبان الى خارج(١٠) الخزانة احدهما من موضع كَ والاخر(١١) من موضع لَ(١٢) || وعلى الانبوبين زَ لَ دَ زَ كَ حَ(١٣) . ويلصق بموضع حَ فوارة عليها حَ اَ وبموضع 134R(B) دَ فوارة عليها دَ بَ ونقطع هاتين الفوارتين بصفيحتين في وسطهما كما عمل بني موسى فيما تقدم ونجعلهما(١٤) في الجملة يخرجان سوسنتين كما في الصورة (١٥) . ونثقب فوارة اَ حَ(١٦) عنـد موضع حَ ثقبا واسعا عليه دَ ونصل بانبوب زَ دَ كَ حَ انبوب حَطَ فيصير انبوبا واحـدا عليه زَ طَ(١٧) يكون طرفه الـذي عليه طَ قـد خرج عن الصفيحة القاطعة لفوارة(١٨) اَ حَ بنصفين الى ناحيـة < اَ . ونثقب >(١٩) في فوارة دَ بَ(٢٠) عنـد دَ ثقبا واسعا كما عملنا بثقب دَ ونعمل عليه علامة جَ . ثم نرجع الى الفثيون فنعمل على الخرم الذي عليه وَ انبوبين مفتوحي الراسين ونصـل راسيهما(٢١) بخرم وَ < حتى تكون خرم قَ اذا قابلها خرم وَ في هـذين الانبوبين زال خرم قَ عن مقابلة طرفي انبـوبي زَ لَ دَ كَ حَطَ >(٢٢) . ونثقب(٢٣) في انبـوبي زَ كَحَطَ ثقبين احـدهما عليه كَ

(٨) ب : وَ
(٩) ب : اضيفت هذه الكلمة من اجل استقامة النص
(١٠) ب : خارج احدهما : وقد حذفت كلمة احدهما من اجل استقامة النص
(١١) ب : الا
(١٢) ب : تزيد هنا < وعلى لَ > وقد حذفناها من اجل استقامة النص
(١٣) ب : زَلَ دَ وكَ حَ
(١٤) ب : نجعلها
(١٥) بعد هذا الموقع يصبح التحقيق ضرباً من التخمين نظراً لعدم وجود الرموز على الرسم وعدم دقته ولوجود الاخطاء العديدة في النص
(١٦) ب : اَ بَ
(١٧) ب : زَ وَ
(١٨) ب : بفوارة
(١٩) ب : اَ و يثقب
(٢٠) ب : دَ رَ
(٢١) ب : براسيهما
(٢٢) ب : < حتى تكون خرم وَ واذا قابلها خرم وَ في هـذين الانبوبين ونال خرم وَ وعن مقـابلة طرفى انبوبى زَلَ وكَ حَطَ >
(٢٣) ب : ويثقل

والاخر عليه هـ وليكن هـ في قسم فوارة اح الاسفل الذي فيه علامـة ع . ونثقب ايضا في انبـوب ز ح ل د ثقب ل . وليكن احـد الانبوبين الذين يقابلان(٢٤) و احدهما وهو الذي عليه و عه يدخل في ثقب < ك ويتصل ثقب هـ. والانبوب الاخر الذي عليه و س ي [يدخل](٢٥) في ثقب >(٢٦) ل ويدخل في فوارة د ب(٢٧) [في](٢٨) ثقب ج وينفـذ الصفيحة الى قسم الفوارة ‖ التي 134V(B) عليها(٢٩) علامات ي . ونخرج في فوارة د ب في الصفيحة القاطعة لها بنصفين انابيب ط ط(٣٠) .

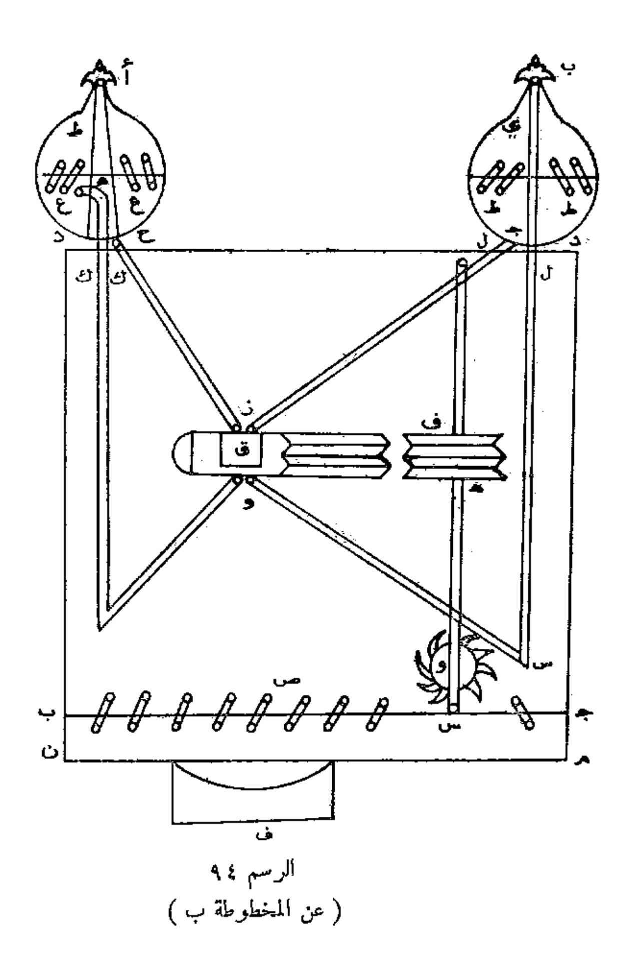
فقد تبين مما وصفنا ان الما اذا اطلق دخل من موضع ف الذي هـو اسفل الفوارة الى خزانة ل ك م ن(٣١) فامتلا الذي بين< صفيحتي جب >(٣٢) من الما وخرج في انابيب ص الى الخزانة حتى تمتلي فيدخل الما في فثيون قز من ثقب ز(٣٣) . في ذلك الزمان يضـرب(٣٤) الما الذي يخرج من انابيب ص في فرجات و فيدور المحور الذي عليه س ويدور لولب ف فيدور انثى اللولب الـذي عليه ق فيدور فثيون قز حتى يقـع < خرم ق على >(٣٥) طرف الانبوبـين فيجري الما في انبوبي ز ل د ز ك ح ط . فاما انبوب ز ل د فيصب في الفـوارة [التي](٣٦) عليها د ب من ثقب ي(٣٧) قسمها الاسـفل الذي فيـه علامـات

(٢٤) ب : مقابلان
(٢٥) ب : اضيفت هذه الكلمة من اجل استقامة النص
(٢٦) ب : هذه العبارة مكررة
(٢٧) ب : حب
(٢٨) ب : اضيفت لاستقامة النص
(٢٩) ب : قبلها
(٣٠) ب : ع ع
(٣١) ب : ل ك م ق
(٣٢) يجب ان يكون النص : < صفيحتي جب من >
(٣٣) ب : د
(٣٤) ب : يصرف
(٣٥) ب : حرم وعلى
(٣٦) ب : اضيفت الكلمة هذه
(٣٧) ب : ى

طَ طَ ويخرج في انابيب طَ طَ ويخرج من ثقب بَ(٣٨) الذي هو راس الفوارة شبه السوسنة . واما انبوب زَ كحطَ فيصب من ثقب طَ في قسم فوارة اَحَ الاعلى الذي فيه علامة طَ ويخرج من ثقب اَ شبيها بالقناة . ولا يزال الفثيون في الدوران بدور(٣٩) الفرجات حتى يقع خرم قَ(٤٠) على طرف الانبوبين الاخرين ويزول خرم < قَ عما >(٤١) كان عليه فيجري الما في انبوبي رس ي و ع هَ اذا قابلهما . فاما انبوب وسي فيصب في قسم فوارة دبَ الاعلا الذي فيه علامة يَ من ثقب ىَ(٤٢) فيفور من ثقب هَ الى قسم فوارة اَحَ(٤٣) الاسفل الذي [عليه](٤٤) علامات عَ عَ [ويخرج من](٤٥) انابيب عَ عَ(٤٦) ‖ الى قسم فوارة اَحَ(٤٧) الاعلى فيفور من ثقب اَ شبه السوسنة وقد 135R(B) ابتدلتا وهكذى ما دام الما يدخل الى الخزانة من موضع فَ يبتدلان وذلك ما اردنا ان نبين . ‖

---

(٣٨) ب : وَ
(٣٩) ب : يدور
(٤٠) ب : وَ
(٤١) ب : وعها
(٤٢) ب : يوجد هنا نقص في النص ويجب ان يستمر الشرح على النمط التالي :
< ويخرج من ثقب بَ شبيها بالقناة . واما انبوب وع هَ ... الخ >
(٤٣) ب : حَ
(٤٤) ب : اضيفت هذه الكلمة
(٤٥) ب : اضيفت هاتان الكلمتان
(٤٦) ب : ع اع
(٤٧) ب : جَ



الرسم ٩٤
(عن المخطوطة ب)

ملاحظـــات :

(١) هذا النص من اصعب النصوص تحقيقاً بسبب كثرة الاخطاء وخلو الرسم من الرموز ورداءة الرسم وعدم وجود اي مخطوطة اخرى للمقارنة . ولقد تحاشى هاوسر الدخول في التفاصيل واكتفى بشرح الفكرة الرئيسية . اما هيل فلقد اورد النص كاملاً دون محاولة تحقيقه . ولقـــد حققنا النص واعدنا رسم الشكل مشتملاً على الرموز التي تتطابق مع النص المحقق .

(٢) الآلية المحركة للفثيون هي نفسها المشروحة في الشكلين ٩٢ و ٩٣ .

صنعة سراج يصب فيه [الزيت](١) فلا يزال ابدا مملوا وكلما نقص منه شي عاد اليه مثله(٢) ولا يزال الدهن كله مملوا لا ينقص ومن يراه يظن ان النار ليس تاخذ من الزيت . ومثال ذلك انا نعمل منارة على راسها علامة دَ. ويصير في النصف الاعلى موضعا مجوفاً(٣) مثل الدبات(٤) والاواني التي يكون فيها الزيت وعليه علامة قسع . ويكون ما بين علامتي ول من المنارة مصمتا وما بين علامتي قد مجوفا على شبيه بالشكل الذي صورنا . ويلصق بالثقب الذي عليه علامة دَ انبوبا عليه دق ويكون طرفه الذي عليه قَ(٥) مسدودا والطرف الاخر عليه علامة دَ مفتوحا . ونخرج من جوف انبوب دق(٦) انبوبا دقيقا على مثال ما صورنا عليه جب ويكون طرفه الذي عليه جَ ينفذ الى دبة قسع لكي اذا صب الزيت من ثقب دَ ينصب الى انبوب دق(٧) ويرتفع في انبوب ب ج(٨) وينصب الى دبة قسع . ونلصق في جانب المنارة مسرجة اح على مثال ما يتخذ الناس في المسارج . ويثقب بين المسرجة الى جوف الدبة(٩) ثقبين احدهما فوق الاخر عليهما علامتي هز . ونخرج من الثقب الاعلى [هَ انبوباً](١٠) وهو الذي عليه هل . ونعمل في المسرجة فتيلة

---

(١) ب : اضيفت كلمة الزيت لاستقامة النص
(٢) ب : مثل
(٣) ب : مخرقاً
(٤) ب : الذباب
(٥) ب : وَ
(٦) ب : دو
(٧) ب : دو
(٨) ب : حَ
(٩) ب : المسرجة (وهو تصحيف)
(١٠) ب : اضيفت هذه العبارة من اجل استقامة المعنى

غليظة عليها علامة طَ . ونصب الزيت من ثقب دَ فيجري في انبوب ب جَ(١١) الى دبة قسعَ . فاذا صببنا من الزيت ما نريد فتحنا ثقب زَ فيجري الزيت الى || المسرجة حتى ينسد ثقب هَ ، ولو شينا لركبنا على ثقب زَ انبوبا منعطفا 136R(B) فاستغني(١٢) عن سده . ثم نشعل(١٣) في الفتيلة النار < وبين ان ينقص ينقص || من الزيت الذي في السراج >(١٤) فاذا نقص الزيت وانكشف الثقب الذي عليه 136V(B) علامة هَ يدخل الهوى من ثقب هَ في انبوب هـ لَ الى دبة قسعَ ويخرج من الزيت من ثقب زَ بمقدار ما دخل من الهوا حتى يعلوا ثقب هَ ايضا وكذلك لايزال كلما نقصت النار من الزيت ينكشف ثقب هَ فيدخل الهوا ويخرج من الزيت مثل ما دخل من الهوا حتى يغطي ثقب هَ وكذلك لا يزال وذلك ما اردنا ان نبين .

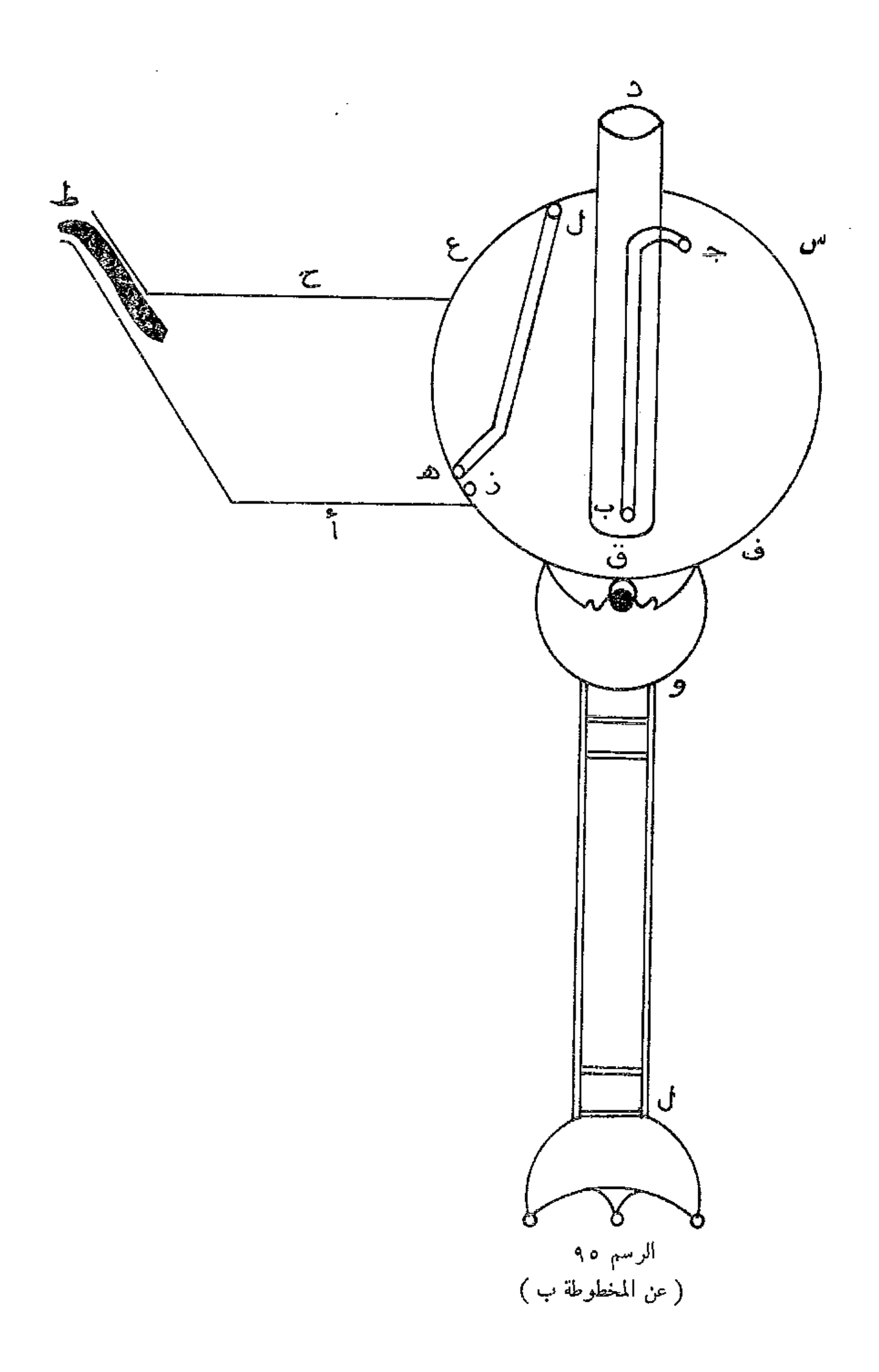
ولهذا العمل صنعة اخرى نحن واصفوها فيما بعد في سراج آخر ان شاء الله .

(١١) ب : اضيفت من اجل اكتمال النص

(١٢) ب : فاشتري

(١٣) ب : نستقل

(١٤) العبارة غير واضحة ولعلها يجب أن تكون : < وبيّن أن ما ينقص ينقص من الزيت الذي في السراج > وذلك باضافة كلمة < ما > .



الرسم ٩٥
(عن المخطوطة ب)

ملاحظـــات :

(١) لم يوضح النص كيف يتم فتح واغلاق الثقب زَ . وربما تم ذلك بواسطة سلك يتم ادخاله من خلال الثقب طَ .

(٢) لو اننا استخدمنا السيفون المذكور في النص فلسوف يكون من نوع الانبوب المنعطف حيث يرتفع الى الاعلى مبتدئا من الثقب زَ ثم ينحدر الى الاسفل الى جانب الانبوب ب دَ .

صنعة سراج يخرج الفتيلة لنفسه . ومثال ذلك انا نعمل سراجا عليه علامات كـ ط ع وينطبق اعلاه بصفيحة وليكن في الصفيحة ثقب عليه ع ليصب منه الزيت . وليكن في الموضع الذي يخرج منه الفتيلة عليه ط ونعمل قضيبا من نحاس او حديد لازما لسطح اسفل السراج الى الاستدارة ما هو لكيلا يتحرك هذا القضيب فيه حركة سهلة وعلى القضيب علامتي جد . ونلصق على هذا القضيب دندانجات ثابتة[1] ونعوج طرف القضيب الذي عليه و[2] على مثال ما صورنا وعليه دو ونثقب في طرفه الذي عليه[3] و ثقبا وندخل طرف الفتيلة في هذا الثقب . < لكي اذا تحرك قضيب جد مسامير[4] >[5] لكي يمتنع قضيب جد[6] من الاضطراب على سهولة الحركة في جهة علامة ط . ونعمل قضيبا عليه علامتي ‖ مه وليكن في طرفه محورين[7] 137R(B)
وليكن القضيب والمحوران موازية[8] لسطح الافق في النصبه او شبيهة بذلك ونعمل دايرة[9] عليها دندانجات مثل ما يعمل للرحا او الدواليب عليها علامة آ ونركب القضيب الذي عليه مه وسط الدايرة على مركزها وليكن القضيب قايما على سطح الدايرة < مع القضيب لكي تتحرك الدايرة ويدور

---

(١) ب : تانية

(٢) ب : ز

(٣) ب : غير واردة

(٤) ب : مساير

(٥) ب : يوجد على الارجح نقص في النص في هذا الموضع ويمكن صياغة النص على الشكل التالي :
< لكي اذا تحرك قضيب جد تخرج الفتيلة . ونركب على جانبي قضيب جد مسامير ... الخ >

(٦) ب : ح ف

(٧) ب : المقصود هو مسندين او بيتين

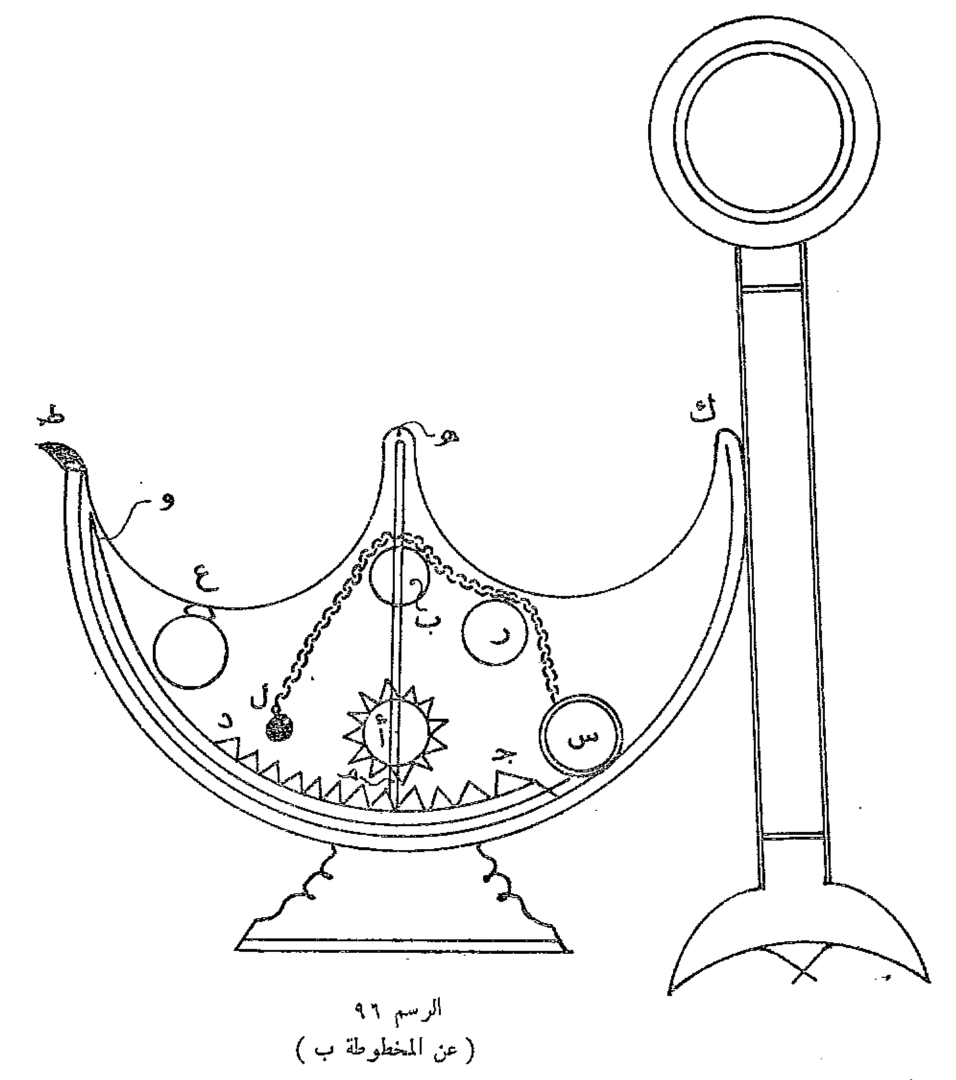
(٨) ب : موازنة

(٩) ب : غير واردة

الى القضيب >[10] ولتكن الدندانجات المركبة على هذه الدايرة بداخل الدندانجات التي ركبت على قضيب جد لكي اذا دار قضيب مه فادار[11] دايرة ا يتحرك قضيب جد فاخرجت الفتيلة . ونركب في قضيب مه بكرة عليها علامة ب وليكن القضيب ثابتا في مركز البكرة لكي اذا دار قضيب مه دارت بدورانه بكرة ب ودايرة ا التي ركب عليها . [ونعمل دبة عليها][12] علامة س ونلصق في سطح الدبة الاعلى سلسلة [تمر][13] على بكرة < ر وتلف >[14] على بكرة ب على مثال ما صورنا وعلى السلسلة علامتي س ل ونركب على طرف السلسلة الذي عليه ل ثقلا معلقا به على الشاقول وعليه علامة ل . فاذا صب الزيت من ثقب ع ترتفع دبة س ويستقل شاقول ل وتدور بكرة ب ويدور بدورانها قضيب مه ودايرة ا ويتحرك قضيب جد الى ناحية ك . وينبغي ان تكون دبة س ضعف شاقول ل[15] فاذا لهبت الفتيلة نقص الزيت فاستقلت دبة س وارتفع شاقول ل[16] ودارت بكرة [ب][17] وتدور بدورانها دايرة ا ويتحرك قضيب جد الى ناحية علامة ط فتخرج الفتيلة وذلك ما اردنا ان نبين . ||

---

(١٠) ب : المعنى المقصود هو : < لكي تتحرك الدايرة وتدور مع القضيب >
(١١) ب : فاذا دار
(١٢) ب : اضيفت هذه العبارة لاستكمال النقص
(١٣) ب : اضيفت لاكمال النص
(١٤) ب : رو يلف
(١٥) ب : ك
(١٦) ب : ك
(١٧) ب : غير واردة : اضيفت



الرسم ٩٦
(عن المخطوطة ب)

ملاحظـــات :

(١) لا داعي لان يكون الغطاء على شكل نصفي دائرتين كما هو مبين في الرسم ومن الممكن ان يكون السطح العلوي افقياً . وهذا النتوء في المنتصف الى اعلى الرسم اقتضته اسباب لها علاقة بالرسم وليس بتصميم الجهاز .

(٢) يظهر العمود هم وكانه عمود رأسي في حين انه عمود افقي كما اوضح النص فالمسنن آ والبكرة ب تقعان على هذا العمود الافقي . ويمكن اخذ فكرة عن ذلك بالاستعانة بالرسم ٩٧ ــ ب القادم .

(٣) يحتوي النص على العديد من الثغرات والاخطاء والرسم سيء عموماً .

صنعة سراج يخرج الفتيلة لنفسه ويصب الزيت لنفسه وكل من يراه يظن ان النار لا تاكل || من الزيت ولا من الفتيلة شيا بتة ويعرف هذا السراج 138R(B) بسراج الله . ومثال ذلك انا نعمل السراج الذي يخرج الفتيلة لنفسه ونعيد صورته على ما مثلنا . ولتكن البكرة التي فيه لتلتف عليها السلسلة ك والثقل عليها س ويشد[1] احد طرفي السلسلة بالثقل الذي عليه س . ونعمل ايضا كما عملنا في السراج الذي يصب الزيت لنفسه صورة اخرى . ويصير الانبوب الذي يدخل منه الهوا من السراج الى موضع الزيت الذي في المنارة عليه جب . وتنفذ السلسلة في جوف هذا الانبوب ونعمل بكرة صغيرة ثانية فوق راس الانبوب عليها علامة ح ونجر عليها < السلسلة على مثال ما صورنا حتى تنتهي >[2] [الى][3] دبة عليها ط ولتكن دبة ط في الوزن ضعف الثقل الذي عليه س وتكون الدبة مع ذلك مما يطفوا فوق الزيت . ونثقب بين الخزانة التي يكون فيها الزيت وبين السراج ثقبا اخر سوى ثقب ج عليه علامة ا ونخرج من ثقب ا انبوبا ينتهي الى فم الطير وعليه اه وليكن منقار الطير فوق الثقب الذي في السراج وهو الذي عليه ف لكي اذا جرى الزيت في انبوب اه ينصب الى ثقب ف[4] ويدخل الى السراج . فقد تبين انا اذا صببنا الزيت من ثقب ل يدخل الى انبوب ل س ويجري في انبوب وز الى الخزانة التي تكون فيها وتطفوا الدبة التي عليها ط ويستقل || ثقل س وباستقلاله 138V(B)

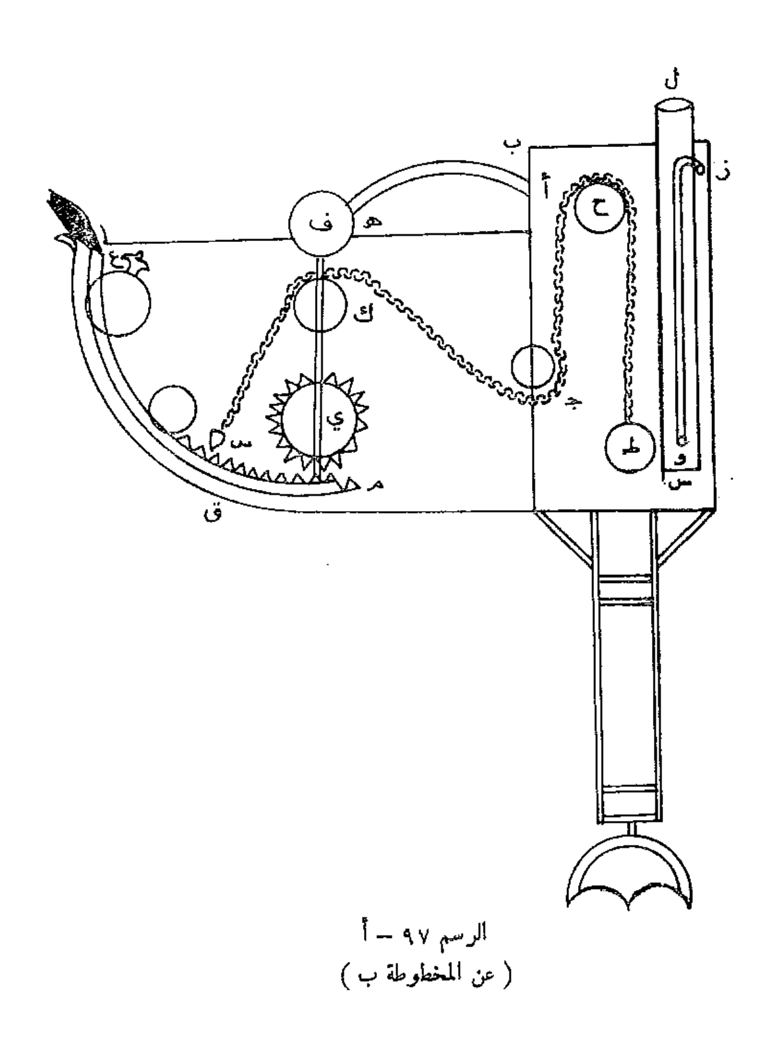
---

(١) ب : يسد
(٢) ب : مكرر
(٣) ب : د ا
(٤) ب : م

وانجذاب السلسلة تدور البكرة التي عليها كـَ وتدور مع ذلك الدايرة التي عليها الدندانجات وهي التي عليها علامة يَ ويجري القضيب الذي عليه الدندانجات وهو الذي طرفه مَ(٥) ويجري في الفتيلة م عَ(٦) الى ناحية عَ حتى اذا صببنا من الزيت حاجتنا وامتلا السراج الذي عليه ف قَ(٧) من الزيت الهبنا الفتيلة ناراً فيبين سر النار(٨) وينقص من الزيت حتى ينكشف ثقب جَ(٩) ويدخل(١٠) الهوا من ثقب جبَ(١١) الى الخزانة ويجري الزيت من الخزانة الى السراج في انبوب اهَ ويقطر الزيت من منقار الطير حتى يتغطا طرف الانبوب الذي عليه جـ(١٢) واذا نقص الزيت من الخزانة تستقل دبة طَ وتجذب السلسلة ويرتفع ثقل سَ وتدور بكرة كـَ في الدايرة التي عليها الدندانجات وهي التي عليها علامة يَ ويتحرك القضيب التي قد تركبت الفتيلة [فيه](١٣) الى ناحية علامة عَ(١٤) فتخرج الفتيلة . فقد تبين انا قد عملنا سراجا يخرج الفتيلة لنفسه وقد يمكن بهذا(١٥) التدبير ان نعمل سراجا يدل على الساعات فكلما تمت ساعة سقطت بندقة وهذه لا تقطع على الحقيقة ولكن تكون قريبة من الحق ولو اردنا ان يكون كلما مضا يوم طرحت دبة طَ باستقلالها بندقة فيكون الانسان اذا اراد ان يعلم مذ كم استوقد هذا السراج ينظر الى عدد البنادق فيحسب بكل بندقة يوما . وقد يحتاج الى هذا السراج اهل الاديان الذين

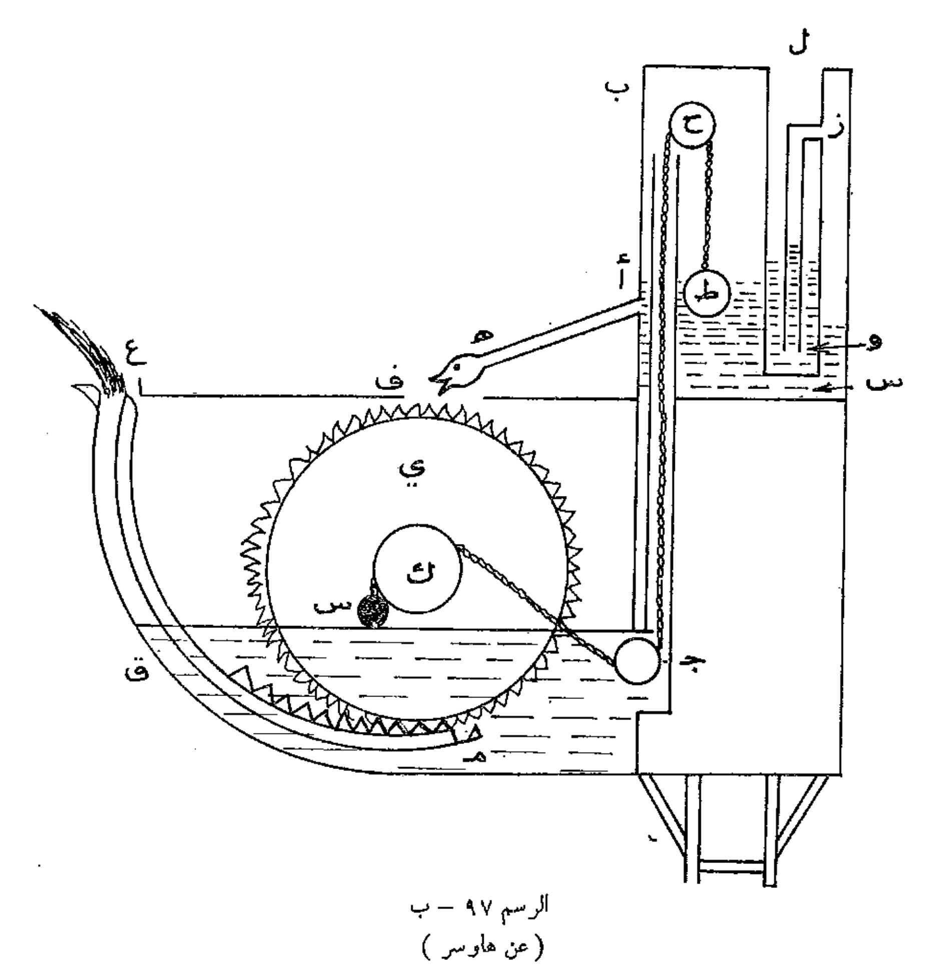
(٥) ب : يَ
(٦) ب : م كَ
(٧) ب : ف بَ
(٨) ب : سرالنا
(٩) ب : حَ
(١٠) ب : يدخل
(١١) ب : ح بَ
(١٢) ب : حَ
(١٣) ب : اضيفت لاكمال النص
(١٤) ب : وَ
(١٥) ب : لهذا

يرون انهم به سراج || آنية اعني ان لا يطفي النار وتكون دايمة الوقـود في 139R(B) انبوب النار وهم المجوس وفي البيع وهم النصارى وان جعلت المنارة وخزانة الزيت في حايط || وسترت حتى لا يظهر الا السـراج الذي عليه علامة 139V(B) ف ق[١٦] كان احسن للناظرين الى هـذا السراج وذلك ما اردنا ان نبـين .



الرسم ٩٧ ـ أ
(عن المخطوطة ب)

(١٦) ب : ق



الرسم ٩٧ — ب
(عن هاوسر)

ملاحظـات :

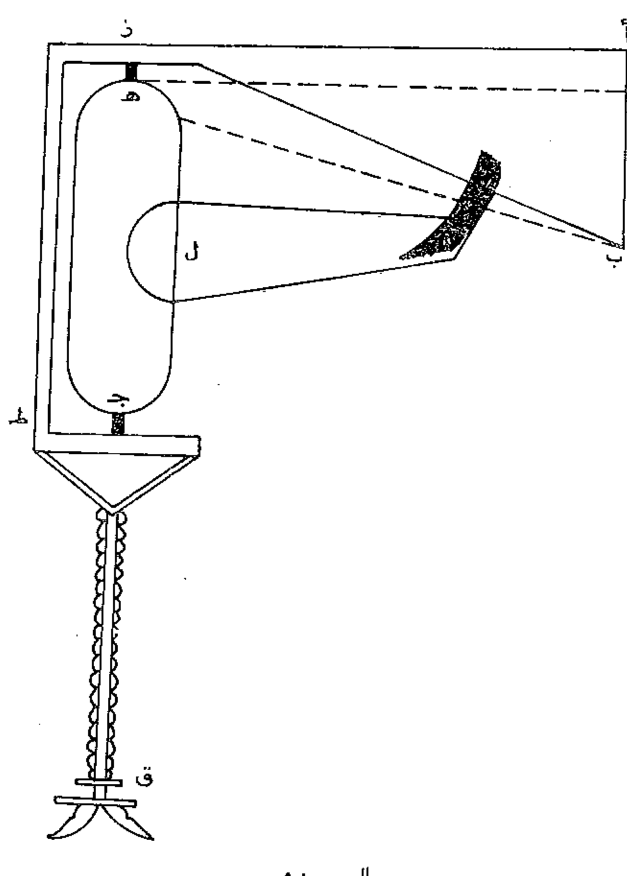
(١) هذا الجهاز مؤلف من الشكلين (٩٥) و (٩٦) . والرسم ٩٧ — ب هو اعادة للرسم من اجل تصحيح الاخطاء وتوضيح المقصود .. فالمحور (الذي يحمل البكرة ى والمسنن كَ) مرسوم بصورة صحيحة حيث يبدو افقياً بدلاً من الوضع الراسي الذي يبدو في الرسم الاصلي .

(٢) لم يتطرق بنو موسى الى الساعات في اجهزتهم . ولذلك فان الاشارة هنا الى امكانيـة استخدام هذا الجهاز لتعيير الوقت يبـدو امراً مثيراً للانتباه . وربمـا كانت الدائرتان المرسومتان الى الشمال تدلان بصورة رمزية (كما يظن هيل) الى العوامة (الدبة) والبكرة اللازمتين لاستخدام هذا السراج في تعيير الوقت اما هاوسر فيظن ان احـدى الدائرتين تمثل احدى الكرات وان الدائرة المرتفعة الى الشمال قد تمثل الفتحة الخاصة بهذه الكرات .

صنعة سراج اذا وضـع في الريح العاصف لا ينطفي . ومثال ذلك انا نعمل منارة على مثال ما يعمل الناس عليها جق ونعمل شبيها بشكل نصف اسطوانة من نحاس عليها جله ونلصق على سطح نصفي الدايرة[١] من موضع المركز من كل واحـد منهما او قريب من المركز محورين قدر كل محـور اصبع لكي اذا اقيم[٢] نصف الاسطوانة المعمول من نحاس على سطح الافق على زوايا قايمة واثبت احد المحورين على راس المنارة في موضع ج واثبت المحور الاخر في موضع ز بعد ان يتخذ قضيبا من نحاس عليه ط ونلصق احد طرفيه وهو الذي عليه ط براس المنارة في موضع ط والاخر الذي عليـه ز يثبت فيه محور لكي يمكن ان يدور نصف الاسطوانة الذي عليه جله دورانا سهلا في جميع الجهات ويركب السراج في الموضع الذي مثلنا في داخـل نصف الاسطوانة من موضع على قاعدة الاسطوانة الذي هو نصف دايرة ويتخذ صفيحة من نحاس على مثال عليه اهب ولتكن هـذه الصفيحة في هذه الصورة مثلثة وعليها اهب[٣] وقد كان يستقيم ان تكون غـير مثلثة ويلصق طرف ‖ المثلث وعليه ه مع مركز سطح دايرة الاسطوانة الاعلى عند نقطـة 140R(B)
ه وهو الموضع الذي الصق فيه المحور الاعلى الذي عليه ز وليكن ‖ سطح هذا 140V(B)
المثلث يقطع سطح الافق على زوايا قايمة . فقد تبين مما وصفنا ان السراج ان اشعل ووضع في الريح وضربت الريح صفيحة ابه[٤] تصير سطحا قايمـا

(١) ب : الداير
(٢) ب : قيم
(٣) ب : اهي
(٤) ب : لي ه

حيال الموضع الذي تهب منه الريح ويصير السراج ذلك الوقت قد استتر بسطح نصف الاسطوانة من الريح ولا يطفا عند ذلك ولو عصفت الريح وذلك ما اردنا ان نبين .



الرسم ٩٨
(عن المخطوطة ب)

ملاحظات :

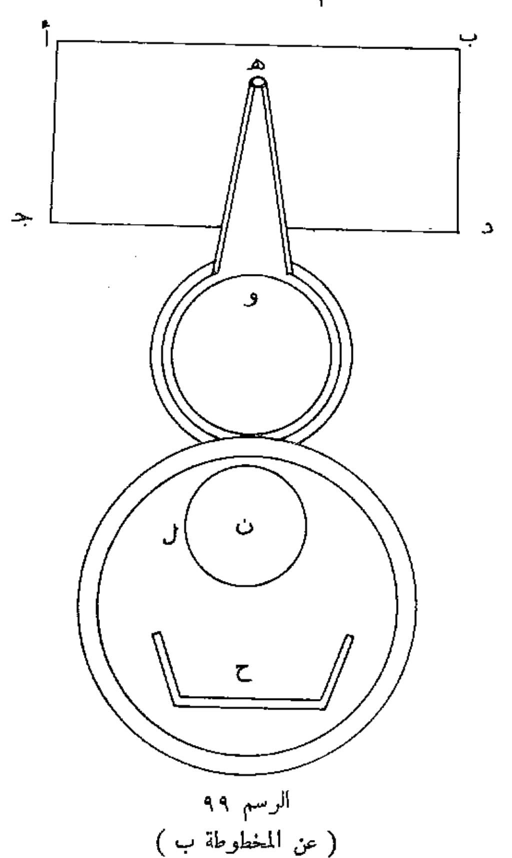
الصفيحة آ ب هـ الواقية من الريح والتي تتحرك باتجاه الريح كلما هبت مرسومة خطأ في المخطوطة . اذ لا يجب ان ترتبط هذه الصفيحة المتحركة مع القضيب المنحني الثابت ط ز بل مع نصف الاسطوانة المتحركة عند نقطة هـ . وقد جرى تصحيح ذلك بالخطوط المتقطعة .

صنعة الة الابار التي تقتل[1] من ينزل فيها اذا استعملها الانسان في اي بيرشا فلا يقتله[2] ولا يوذيه ويستقيم ان نعمل هذه الالة في الابار التي تقتل[3] وفي الجباب التي تكون الخطرة فاذا كان مع الانسان هذه الالة التي نصفها نزل في اي بيرشا من ساعة ولم يخفها ولا توذيه ان شا الله تعالى . ومثال ذلك انا نجعل البير التي تقتل[4] من ينزل عليه علامة ا ب ج د . وتتخذ انبوبا طويلا عليه ه من نحاس او من قصب أو جلود او خشب اي ذلك اتخذت منه الانبوب واكتفي به ونتخذ زقا مثل زق الحدادين التي ينفخون بها في النار وعلى الزق[5] علامات ول ح وليكن موضع ح هو الموضع الذي نعلق عليه مقبض الزق . وفي موضع و ثقبا يدخل عليه و ويسد الانبوب بالزق في < هذا الموضع سدا محكما لكي لا يدخل الزق من >[6] ‖ هذا الموضع شي 141R(B) من الريح والهوا ولا يخرج منه شي ونثقب في الزق عند نقطة ل ثقبا عليه ن ونعلق عليه بابا كما يعمل الحدادون لكي يمكن ان يدخل الهوا من هذا الثقب الى الزق ولا يمكن ان يخرج منه شي . فاذا فعلنا ذلك سرحنا[7] انبوب < ه و في >[8] بير ا ب ح د في الوقت الذي ينزل الانسان فيها [ونديلي][9] طرف الانبوب الذي عليه ه[10] الى جانب انف الرجل الذي ينزل اليه وفمه ثم

(١) ب : يقبل
(٢) ب : يقبله
(٣) ب : يقبل
(٤) ب : تقتل
(٥) ب : الرزق
(٦) ب : العبارة مكررة
(٧) ب : سرحاً
(٨) ب : ه وفي
(٩) ب : ابدل
(١٠) ب : ح ه

ينفخ في الزق نفخا دايما فيكون الهوا الذي يستنشقه الانسان الذي قد نزل الى البير هو موافق لما يحتاج اليه الانسان ولا يضره عند ذلك الهوا الردي الغليظ الذي في البير وسلم الذي ينزل في البير وان لم يضطرنا(١١) الى النزول شي مما يعرض فينبغي ان يسرح الانبوب الى البير قبل نزول الرجل ساعة ويستعمل في تلك الساعة نفخ الزق دايما لكي يدخل الى البير هوا نقي جيد ملائم لحياة الانسان ويخرج منه الهوا الردي وليس يمكن ان يدخل اليها هوا جيد حتى يدخل اليها بعد خروج الهوا الردي بمقدار ما دخل اليها من الهوا الجيد وذلك ما اردنا ان نبين .

وهذه صورة ذلك والسلام .



الرسم ٩٩
(عن المخطوطة ب)

(١١) ب : يظرنا

الشكل المائة (ق)

نريد ان نبين كيف نعمل الة يخرج بها الانسان من البحر الجوهر اذا سرحها ويخرج بها الا شيا ‖ التي تقع في الابار وتغرق في الانهار والبحار. 142R(B). ومثال ذلك انا نعمل نصفي اسطوانة من نحاس متساويتين وان كان احد النصفين ارجح من الاخر بشي يسير كان ذلك اجود فيما يراد وابلغ لكي يلتقم احد النصفين الاخر ويداخله[1] قليلا . وعلى نصفي الاسطوانة علامات اب جز وح ده[2] وليكن واحد منهما من الاسطوانة سمكها ذراع وما زاد وقطر دايرتها [؟][3] وما زاد وان اراد الانسان ان يعمل اضعاف ما ذكرنا لم يضره[4] شي . ونفرق احدى نصفي الاسطوانة [عن][5] الاخر كيلا يكون بينهما خلل يسير ثم نلصق عليهما [نرماذجتين][6] عليهما لف طم لكي يكون خط[7] از من ثقب الاسطوانة الذي عليها ابزج لا يفارق خط[8] ح و من نصف اسطوانة ح د و ه ويكون خط جب[9] اذا اطبقا احد النصفين على الاخر يلقا خط ده[10] ويماسه واذا فتحا نصفي الاسطوانة يفارق حينئذ خط بج ده . ونلصق على الاسطوانة عند خطي بج ده دندانجات على مثال ما صورنا لكي اذا انطبق نصفي الاسطوانة يلقا بعض الدندانجات بعضا وليكن الدندانجات منصوبة على شبيه بشكل الاسطوانة فان ذلك اجود فيها ونلصق

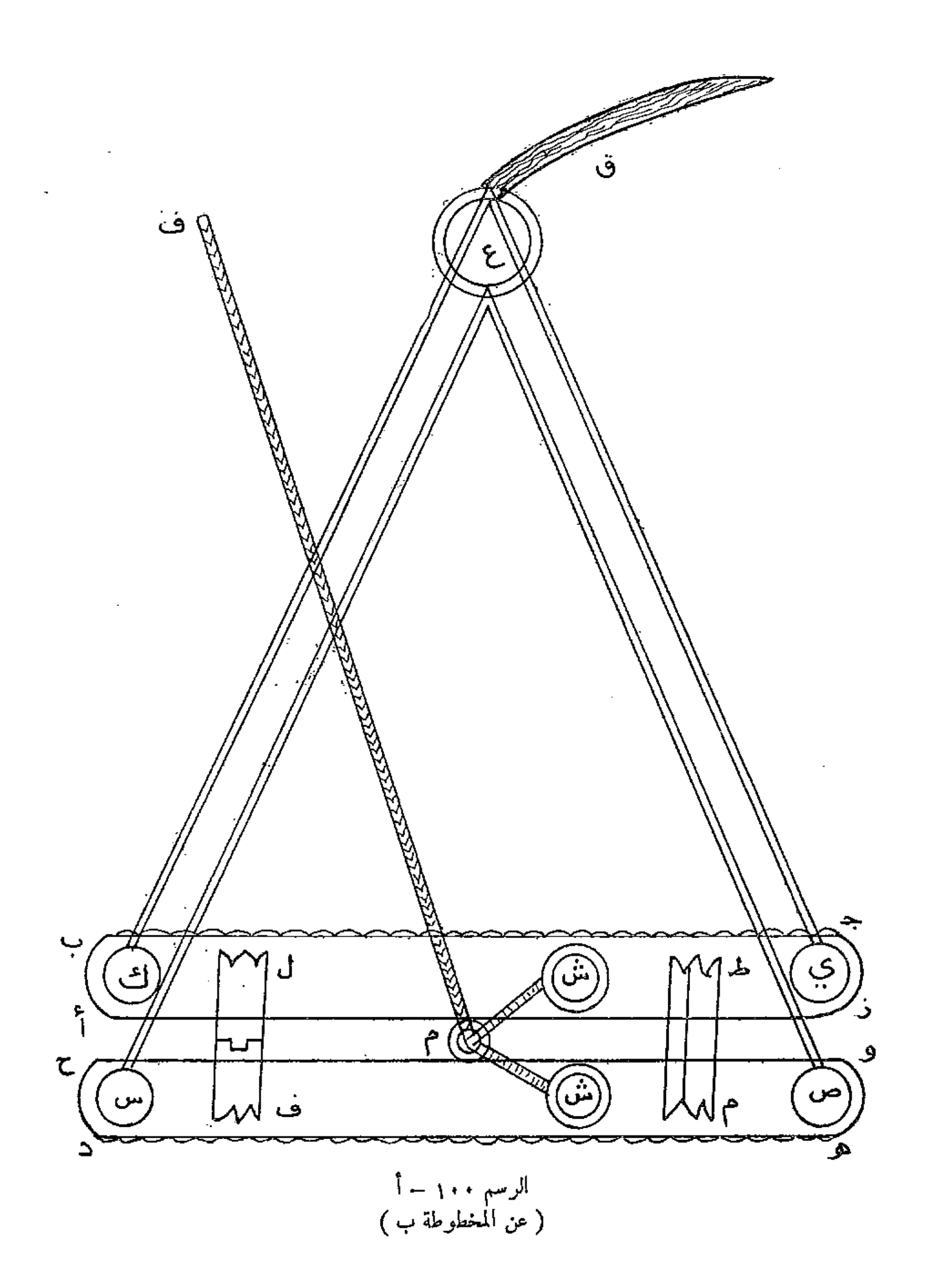
(١) ب : نداخله
(٢) ب : ا ب ح د و ح د ه
(٣) ب : الكلمة ناقصة
(٤) ب : يصيره
(٥) ب : الى
(٦) ب : مادحتين
(٧) ب : حط
(٨) ب : حط
(٩) ب : حط ح
(١٠) ب : حط

على ظهر نصفي الاسطوانة اربع حلقات عند علامات كي صس[١١] لصاقا محكما وتسمّر[١٢] ليكون احكم وتشد[١٣] بهذه الاربع حلقات اربع قطع سلاسل تنظمها مع طول كل سلسلة قدر || ذراعين وان زاد ذلك او نقص 142V(B) لم يضر شيا على مثال ما صورنا وجميع اطراف الاربعة السلاسل [تجتمع][١٤] الى موضع واحد عند نقطة ع وينظم هذا الموضع الذي عليه ع مع سلسلة اخرى طويلة قدر ما يحتاج الى طولها او على قدر عمق الموضع الذي تسرح فيه الالة وعليها ع ق ونلصق قطعة سلسلة في الوسط بين علامات < ا ح ز و عند >[١٥] نقطة ش[١٦] في كلي نصفي الاسطوانة بالقرب من خطي ا ح ز و[١٧] ويكون طول هذه السلسلة قدر اربع اصابع وموضع وسطها عند نقطة م ونشد وسطها مع سلسلة اخرى طويلة تنظمها وعليها علامة م ف[١٨] . فيبين مما مثلنا انه اذا جذبت السلسلة ف م بموضع اطبق نصفي الاسطوانة احدهما على الاخر واذا جذبت سلسلة ع ق انجذبت الاربعة السلاسل التي عليها كع يع صع سع وانفتح النصفان اعني نصفي الاسطوانة فمتى اردنا ان يخرج الجوهر او غيره من الاشيا التي غرقت فانا نجذب الموضع الذي جمعت فيه السلاسل الاربعة وهي نقطة ع فيفتح عند ذلك الالة كما قد وضح ثم نسرحها في الموضع الذي يراد حتى اذا بلغنا القعر واستقرت سرحنا حينئذ سلسلة ع ق قليلا فترخى لذلك الاربع السلاسل ونجذب سلسلة م ف [فتجمع][١٩] الالة كل شي كانت [وقعت][٢٠] || عليه وتنطبق عليه ثم 143R(B)

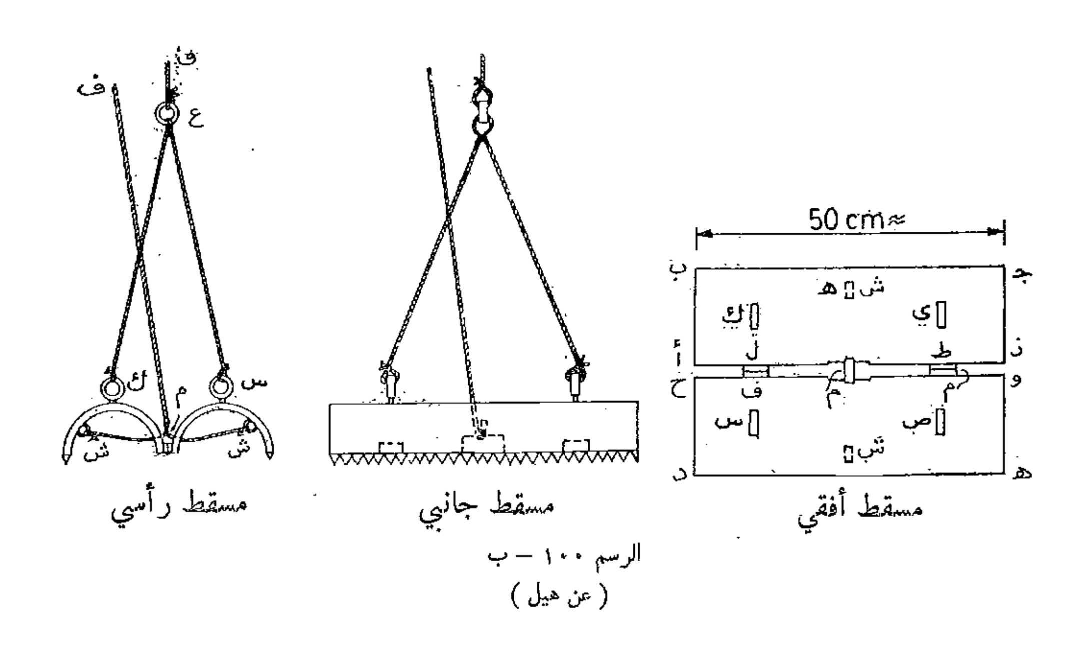
---

(١١) ب : كب مس
(١٢) ب : يسم
(١٣) ب : وتشهد
(١٤) ب : اضيفت هذه الكلمة لاستكمال النص
(١٥) ب : آخر وعند
(١٦) ب : وردت س وقد عدلت الى ش (المحقق)
(١٧) ب : احرف
(١٨) ب : م ب
(١٩) ب : تجتمع
(٢٠) ب : رجعت

نجذب السلسلة مف حتى تخرج الالة وتبرز فناخــذ كل شي فيها وكل شي علق فيها وذلك ما اردنا . ‖



الرسم ١٠٠ ـ أ
(عن المخطوطة ب)



الرسم ١٠٠ — ب
(عن هيل)

ملاحظـــات :

(١) هذه الآلة مشروحة بشكل واضح وجيد . ومع ذلك فقد اعيد رسم الآلة رسماً حديثاً لمزيد من التوضيح . وفي المسقط الجانبي من الرسم ١٠٠ — ب رفع الغطاءان الجانبيان لتسهيل رسم التفاصيل الداخلية .

(٢) لم يرد ذكر قطر الاسطوانة بسبب نقص في النص .
ومن مقياس الرسم يمكن ان نستنتج ان القطر يبلغ $\frac{١}{١١}$ ذراعاً .

(٣) من الرسم ١٠٠ — ب يبدو واضحاً ان جزئي السلسلة م ش م ش اللذين يغلقان نصفي الأسطوانة عند جذبهما للاعلى يمران من خلال ثقوب مناسبة ولا بد ان يتم ربط جزئي السلسلة هذين بحلقتين ملحومتين من داخل نصفي الاسطوانة .

(٤) هذه آلة متطورة تشبه الآلات الحديثة . ويذكر هاوسر انه تم صنع آلة مماثلة لهـا في جامعة ارلانكن لصالح المتحف الالماني في ميونيخ . وقد اشتغلت هذه الآلة بشكل جيد في المتحف المذكور .

نهاية نسخة برلين : 143V(B)

تم كتاب الحيل لبني موسى
بن شاكر المنجم وصادف
الفراغ من كتابته يوم الجمعة
خامس عشر جمادى الاولى سنة سبعة وستماية
غفر الله لكاتبه ولجميع المسلمين .

ملحق الكتاب

١ - الشكل ٢٠ من مخطوطة الفاتيكان ٣١٧

نريد ان نعمل فوارة تصعد الما فوق طاق في بربخ اسرب ويحتال حتى (V) 13 V
يرتفع فوق سطحه باي مقدار أردنا ولا يجوز ان يرتفع المـا الا ان يكون متحركا بسطح الما ي ه ؛ ونريد ان نرفعه الى سطح مط . فنعمل عند نقطة ه حوضا عليه ا بج(١) ويكون سطح اسفل الحوض دون سطح ي ه بشي يسير شبر كان ام اقل ام اكثر وسطح حوض ا بج خط(٢) بج ونثقب في وسط سطح بج ثقب ف ونقيم عليه انبوبة(٣) د ف(٤) وندخل عليه فوقه انبوبة مسدودة الراس نحو قدح العدل ونصل بثقب ف ايضا من اسفل الحوض قدح ط على نحو ما نرى من الاعوجاج وقد فرغنا مما نحتاج من ذلك . ونظم راس المسيل الذي عليه ي ه طما يكون مع وجه الما الى(٥) ان ينتهي الى حوض ا بج ويكون ثقب ص مصمّم(٦) اذا اردناه واذا اردناه مفتوحا كان مفتوحا فاذا اردنا ان نرفع الما الى سطح مط صممنا ثقبه ص وملانا الحوض فانه(٧) اذا امتلا ارتفع

(١) غ : اح

(٢) ف، غ : حط

(٣) غ : انبوب

(٤) ف : دق غ : دو

(٥) غ : إلا

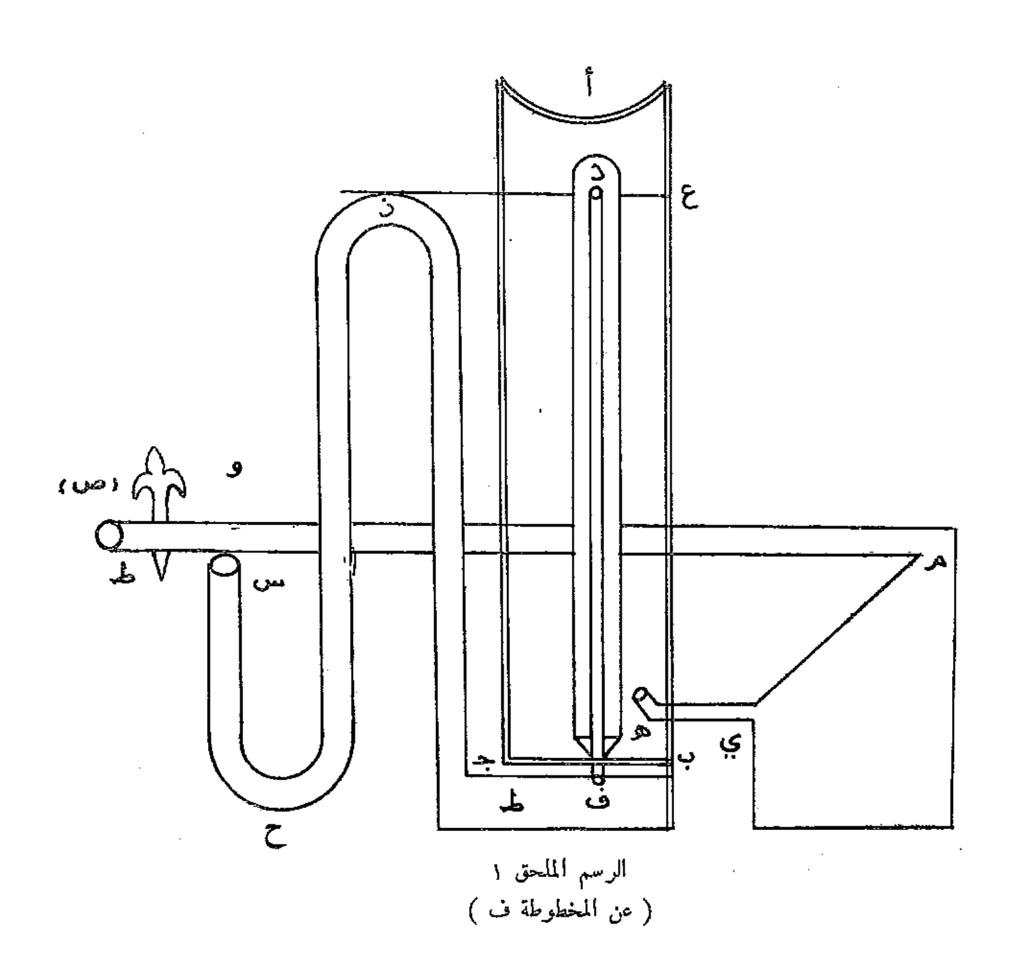
(٦) ف : مضمم

(٧) ف : فانا

الما الى ان ينتهي الى نقطة د(٨) ثم يسيل في انبوبة د ف(٩) فيرتفع(١٠) الهـوى في انبوبة قدح ط ويرتفع الما الى نقطة ز ثم ينزل الى نقطة ح وهو دون سطح ي ه باي بعد اردنا وكلما كان ابعد كان اقوى ثم يرتفع الى نقطة س(١١) نحو الفوارات التي تحت الارض ثم نجريه على سطح سط(١٢) فاذا بدا الما من نقطة س(١٣) فتحنا صمام ص < فيتصل الما الذي في حوض ا بج >(١٤) ولا يزال يمده فلا ينقطع ويجري دايما وبهذا العمل يمكن ان يجري فوق الطاق على نحو ما عملنا في ذلك ان شا الله تعالى . || < وذلك ما اردنا ان نبين >(١٥) .

< لم يكن في النسخة التي قابلت بها هذا الشكل ولا رسالته . والنسخة التي قابلت بها كانت لبيت(١٦) الشيخ ابي نصر يحي بن جرير وعليها اصلاحات والحاقات كثيرة بخطه رحمه الله . >(١٧)

(٨) ف، غ : ه
(٩) ف : مر غ : ح م ر
(١٠) ف : فيرفع
(١١) غ : ح س
(١٢) غ : غير واردة
(١٣) ف، غ : ط
(١٤) يمكن ان تكتب هذه العبارة هكذا < فيتصل الما الذي في حوض ا ب ج بالماء الجاري >
(١٥) ف : غير واردة
(١٦) يجوز ان تكون : لبنت
(١٧) غ : غير واردة



الرسم الملحق ١
(عن المخطوطة ف)

ملاحظـات :

(١) هناك صعوبة في فهم هـذا الشكل ، وسبب ذلك يعـود الى غموض النص وغرابة الألفاظ والتعابير واخطاء النص .

(٢) نعيد صياغة النص باسلوب مبسط وتعابير مألوفة :

مصدر الماء الذي يغذي النافورة هو المجرى ط م ومستوى ط م هو الحد الاعلى الذي يرتفع اليه ماء النافورة ويوجـد على المجرى الصمام ص . وماء النافورة يجري في بربخ (انبوب) من الرصاص ويفور فوق فتحة أو طاق البربخ . ويشترط ان يكون الماء جارياً عند السطح ى ه لكي تؤدي النافورة عملها . يمر ماء المجرى الى حوض صغير ى م الغرض منه على ما يبدو ترسيب الشوائب قبل دخولها الى الجهاز ، ويخرج الماء من الحوض المذكور عبر انبوب قصير ى ه . ويدخل الانبوب ى ه الى الحوض ا ب ج ويكون السطح السفلي ب ج للحوض تحت مستوى الانبوب ى ه بحوالي الشبر . ونثقب ارض الحوض ا ب ج ونقيم عليه الانبوب د ف وندخل عليه من فوقه انبوباً مسـدود الراس وهكـذا يكون الحـوض ا ب ج مجهزاً بكاس العـدل (السيفون المتمركز) . ويتصل الانبوب ف من الاسفل بالقدح ط المزود ببربخ او انبوب الرصاص المعوج . بعد ان نتاكد ان الانبوب ى ه مغمور بالماء (مطموم طماً) نقفل الصمام ص (نصمم الثقب ص) ونملأ الحوض ا ب ج بالماء فاذا امتلأ ارتفع الماء حتى يصل إلى النقطة د حيث يبدأ بالمسيل عبر الانبوب د ف ويقوم السيفون بعمله ويخرج الهواء من الانبوب (أو البربخ) المتصل بالقدح ط ثم يرتفع الماء إلى نقطة ز ثم ينزل إلى نقطة ح . ويجب أن تكون ح منخفضة اكثر ما يمكن عن مستوى ى ه وكلما كانت منخفضة أكثر كان ذلك اقوى . ثم يرتفع الماء إلى النقطة س حيث توجد فوهة الفوارة وتبعاً لانخفاض النقطة ح فإن الفتحة س يجب ان تكون منخفضة وكلما كانت منخفضة فان الماء يقفز من الفوارة بصورة أقوى . فاذا بدأ الماء بالخروج من هذه النقطة فتحنا صمام ص فيتصل ماء الحوض ا ب ج بمصدر الماء الجاري ولا يزال هذا الماء يغذي الحوض ولا يزال العمل مستمراً ويفور الماء فوق طاق أو فتحة البربخ حسب ما نريد .

٢ - الشكل ٧٠ في المخطوطة طوبقابي احمد الثالث ٣٤٧٤

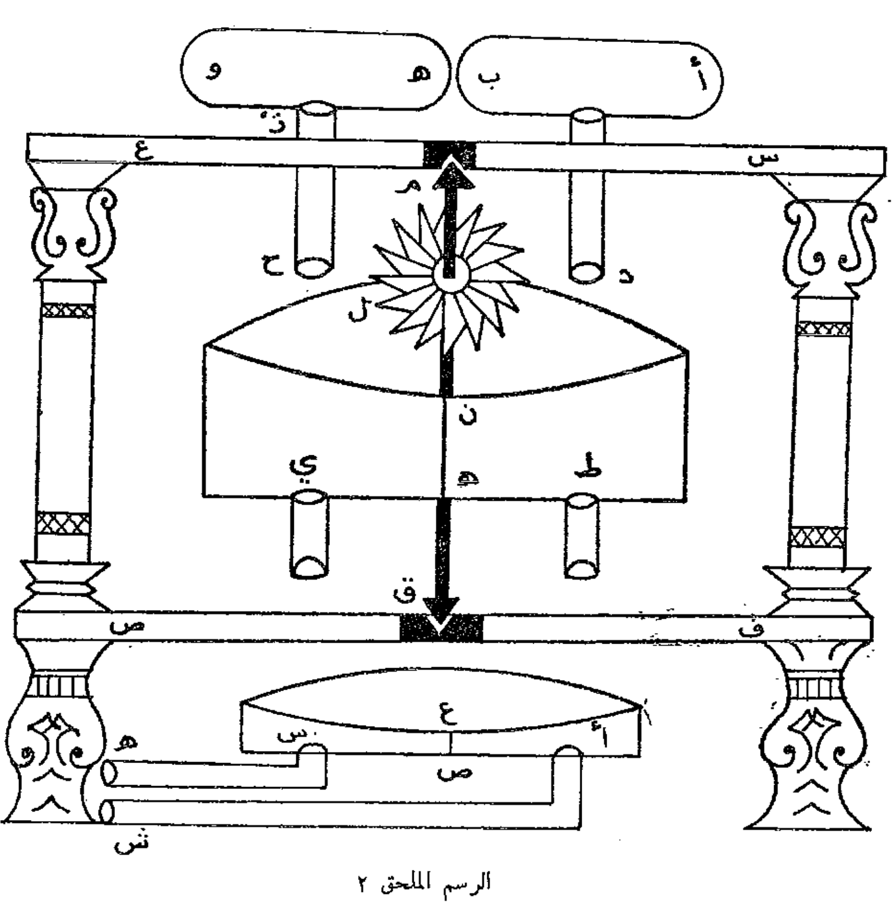
صنعة اخرى تفعل ما قدمنا ذكره في هذه الثلاثة الاشكال قبل هذا (T) 63 R
الشكل ويصلح ان نعمل ذلك في بزالي حمام أعني بزالي البارد والحار حتى
يكون جميع دهره يسيل من احد البزالين حار ومن الاخر بارد فاذا مضا
مقدار من الزمان ابتدل فيخرج من بزال البارد حار ومن بزال الحار بارد
فاذا مضا ذلك المقدار من الزمان ابتدل ايضا فعاد الى ما كان اولا وكذلك
لا يزال جميع دهره . ويستقيم ان نعمل هذا العمل ايضا في المواضع التي يكون
فيها حمامات وانهار ماها حار وانهار ماها بارد ونركب بالقرب منها بزالين
وتمثالين والتماثيل احسن فيكون دهرها اجمع مرة يجري الما الحار من فم
احد التمثالين والما البارد من فم التمثال الاخر ثم يتبدل فيجري من بزال الحار
بارد ومن بزال البارد حار فاذا مضا ذلك المقدار من الزمان عاد الامر الى ما كان
عليه والبزالين والتمثالين في هذا المعنى سوا .

فليكن موضعين فيهما الحار والبارد أو نهرين ونجعل المثال في هذين
وليكونا نهري اب وهو البارد ونهر هو وهو الحار ونخرج من كل واحد من
النهرين انبوب او قناة ونمدها الى موضع نريد ان نركب فيه البزالين وهما
انبوبي جد زح ونبني اسطوانتين عليهما س ف عص وقد يستقيم ان يكون
مكانهما اسطوانتي خشب وندخل في الاسطوانتين عارضتين عليهما س ع
فص وليكن بعدما بين العارضتين السفلي والعليا ما بين الشبر الى الذراع واقل
من ذلك واكثر على قدر ما يكون كثرة ماالنهر وما الانابيب التي اخرجت
منه || والمواضع الذي نعمل فيها ايضا العمل ونعمل حوض واسع على قدر (T) 63 V
ماينبغي كبير العرض قليل السمك على حلقة قطعة اسطوانة وعليه طي وليكن
قطره اطول من مقدار ما بين طرفي انبوبي جد زح اللذين عليهما دح ونقطع
وسطه بصفيحة في السمك تقسمه بنصفين وعليها هن ونثقب في اسفل حوضي

طَ يَ ثقبين عليهما طَ يَ وليكونا متقابلين على طرفي قطر القاعدة ونلصق تحت الفصل المشترك الذي قسم حوض طَيَ بنصفين عند نقطة هَ قطعة شبه او حديد شبيهة بالمحور على مثال ما صورنا عليها هَقَ ونلصق في اعلى الصفيحة الحاجزة عند نقطة نَ قضيب قايم علي مثال ما صورنا ونحد طرفه لكي يكون محور وعليه نَمَ ونركب في وسط قضيب هَمَ[1] على مثال سرن الرحا ولتكن اطراف الركاب (؟)[2] في الطول على المقدار الذي اذا جرى الما من انبوب جَدَ بعد ان نركب حوضي طَ يَ في الوسط بين انبوبي جَدَ زَ حَ وبين عارضتي فَصَ سَعَ ونركب المحورين في موضعي قَمَ المتقابلين ويكون محور[3] قَ هو الاسفل ومحور مَ هو الاعلى يكون حينئذ الما الذي يجري من انبوب جَدَ ينصب على اطراف السرن . وقد وضح ان الما اذا ضرب اطراف السرن يدور السرن ويدور بدورانه حوض طَيَ لانه ثابت معه فقد بان اذا ان الما الذي يجري من انبوب جَدَ وينصب على السرن ويدير الحوض انه احيانا ينصب الى نصف الحوض الذي فيه علامة طَ ومرة الى نصف الحوض الذي فيه علامة يَ وقد وجب ايضا مما مثلنا وعملنا ان الما ايضا الذي يجري من انبوب جَدَ اذا ما انصب الى قسم الحوض الذي فيه طَ فان الما الذي يجري من انبوب زَحَ ينصب الى قسم الحوض الذي فيه علامة يَ ومتى ابتدى || احد الانبوبين يصب في احد القسمين فان الانبوب الاخر يصب 64 R (T)
في القسم الاخر . فاذا وضح هذا فانا نعمل حوضا اوسع من مقدار ما بين انبوبي طَيَ الصغيرين ليكون مصب الثقبين اليه وعليه اَسَ ونقيم ايضا في وسطه صفيحة تقسمه بنصفين وعليها صَعَ ونركب حوض اَسَ تحت حوض طَيَ لكي اذا صب انبوب طَ الى نصف الحوض الذي عليه اَصَعَ يصب انبوب يَ الى النصف الذي عليه عَصَسَ وكلما صب احد ثقبي طَيَ الى

(١) ط : هَلَ
(٢) ط : ربما كانت : الدولاب (؟) او البركار (؟)
(٣) ط : معنى كلمة محور هنا المسند أو البيت

احــد نصفي حوض اس صب الثقب الاخـر الى النصف الاخر ونخرج من قسمي حوضي اس بزالي هس اش ولو اردنا ان نصــير مكان البزالــين تمثالين على ما قدمنا ذكره فعلنا ذلك فقد وضح مما قلنا ان انبوبي جد زح اذا سرح فيهما الما يسيل انبـوب زح ابدا في احـد النصفين ويسيل انبوب جد في النصف الاخر غير انه يسيل دايما على السرن ويدير السرن بدورانه حوض طي فلا يزال الما الحـار ابدا عنـدما يجري الى حوض اصع فالبارد يجري الى حوض صعس واذا جرى الحـار الى حوض عصس يجري البـارد الى حوض اصع ولا يزال البزالين يتبدلان ابدا وذلك ما اردنا ان نبين . ‖



الرسم الملحق ٢
(عن المخطوطة ط)

ملاحظـــات :

(١) لا يمكن ان يكون هناك تناظر في القسم العلوي من الجهاز ، ويجب ان ينحرف خط مركز الانبوبين ز ح جـ د عن خط المركز الرئيسي للجهاز وذلك لان الماء المنبعث من الانبوب جـ د يجب ان يضرب الدولاب ذي الاجنحة في حـــين ان الماء الخارج من الانبوب ز ح يجب ان لا يمس الدولاب بل ينزل مباشرة إلى الحوض ط ى .

(٢) طبيعي ان الدولاب ذا الاجنحة افقي ولو انه بدا في الرسم وكأنه رأسي . وفي الرسم الواحـــد الذي يجب ان يوضح كل شيء كان المهندسون يلجأون الى هذا الاسلوب في الرسم .

(٣) ربما لم تكن هـــذه الآلة فائدة عملية كبيرة في الحمامات العامة لان تبدل الماء بين حار وبارد بين كل من المخرجين س ه ا ش يتم بتواتر عال .

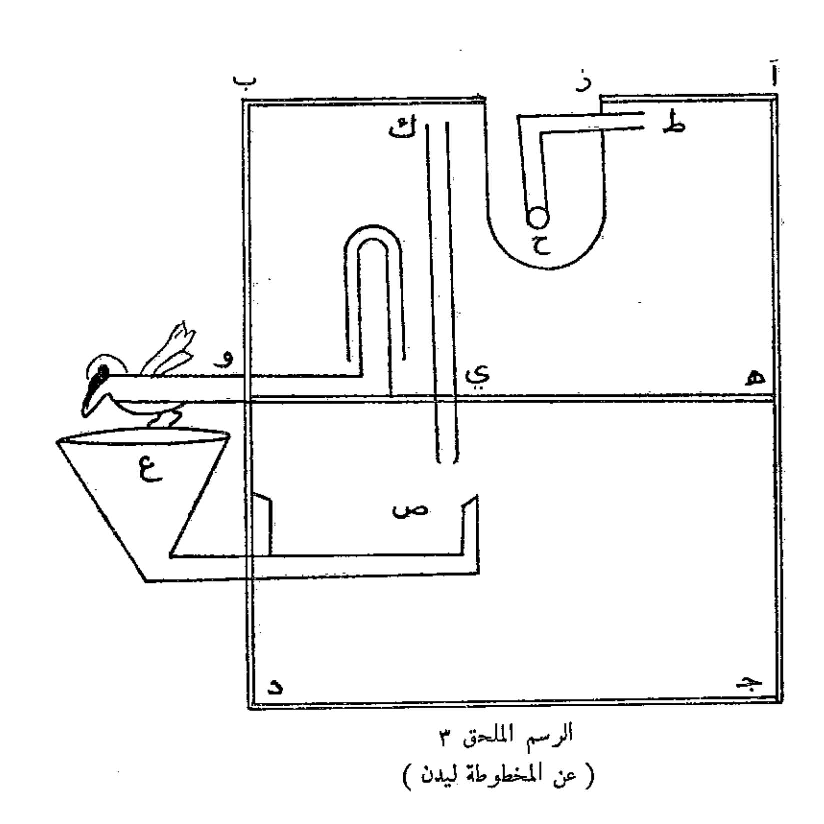
٣ - من مخطوطة جامعة ليدن اور ١٦٨ (OR. 168)

نريد ان نعمل تمثالا منصوبا في حايط بين يديه او في بعض المواضـــع 1 R (L)
جامٌ مملوٌ ماءً فاذا اردت ان يصب التمثال ماً بارداً صببت في الجام ماً حاراً او
غيره من الاشربة فيصب التمثال بمقـــدار ما يصب في الجام . فنعمل لذلك
انا عليه ا بجد ونقطعه بنصفين ويكون النصف الاعلى هو الخزانة التي فيها الما
البارد وتكون الصفيحة التي تقطعه بنصفين عليها هـ ونغطي راس الانا عليها
ا ب ونثقب في صفيحة ا ب ثقباً واســعاً عليه ز ليكون منه مصب الما البارد
ونخرج من هذا الثقب انبوباً ينتهي الى قريب من اسفل الخزانة وعليـــه ز ح
ويكون طرفه الذي عليه ح مسدوداً ونصير في طرفـــه انبوبا اخر مفتـــوح
الطرفين عليه ح ط ويكون طرفه الذي عليه ط مفتوحاً الى الخزانة ونثقب في
صفيحة هو ثقباً [ى ونركب عليه انبـــوباً ك ى][1] ينتهي الى النصف الاسفل
[ونثقب في صفيحة هو ثقباً آخر][2] ونركب عليه ~~انبوباً ينتهي~~ الى قريب
من اعلى انبوب ك ي ونغطيه بانبوب اوسع منه على مثال ما يكون في الكاس
العدل ونخرج من اسفل العـدل || انبوباً ينتهي الى الخارج ويدخـــل في ذنب 1 V (L)
التمثال ويخرج من فمه . ونعمل اجانة ع ونخرج من اسفلها انبوباً الى القسم
الاسفل من الانا وينتهي هـذا الانبوب وهو انبوب ع ص الى حوض صغير
يكون سمته دون سمت الانجانة او الجام وعلى الحوض ص .

فقد تبين انا اذا صببنا الما في الخزانة من انبوب ز ح جرى في انبوب ط ح الى الخزانة فاذا انتهى الما الى اعلى انبوب العدل الداخل اخذ الانبوبين العدل الما فصبته عن فم التمثال في اجانة ع فيجري الى حوض ص وســـال منه الى انا جـ د فاذا قطـــع الصب امتنع التمثال من الصب لانه لا يكون للهـوا

(١) يوجد هنا نقص وقد اوردنا هذه العبارة من اجل استقامة النص
(٢) يوجد هنا ايضاً نقص في النص وقد افترضنا هذه العبارة

مخلص الى الخزانة فيكون مكان ما يخرج منه [مملوا](٣) من الما . فاذا صب في الاجانة ما ابتدا التمثال يصب ايضا لان الما الذي يصب في الاجانة يصير في انبوب ع ص الى حوض ص ويسيل من حوض ص في انا جد ويخرج مكان الما الذي يدخـــل الى انا جد هوا الى الخزانة في انبوب ي ك فيخرج بمقدار ذلك الهوا الما من فم التمثال . وذلك ما اردنا ان نعمل .



الرسم الملحق ٣
(عن المخطوطة ليدن)

(٣) اضيفت هذه الكلمة من اجل استقامة المعنى

ملاحظـات :

(١) توجد ملاحظتان حول الرسم اولهما هو ان الجزء الرأسي من الانبوب حَ طَ يجب ان يكون اطول من الانبوب الرأسي الموجود داخل كاس العــدل (السيفون المتمركز) واذا لم يكن الامر كذلك فهناك احتمال عندما يزيد الضغط في الحوض الاعلى ان يجري الماء في الانبوب طَ حَ قبل ان يبدأ مفعول السيفون .

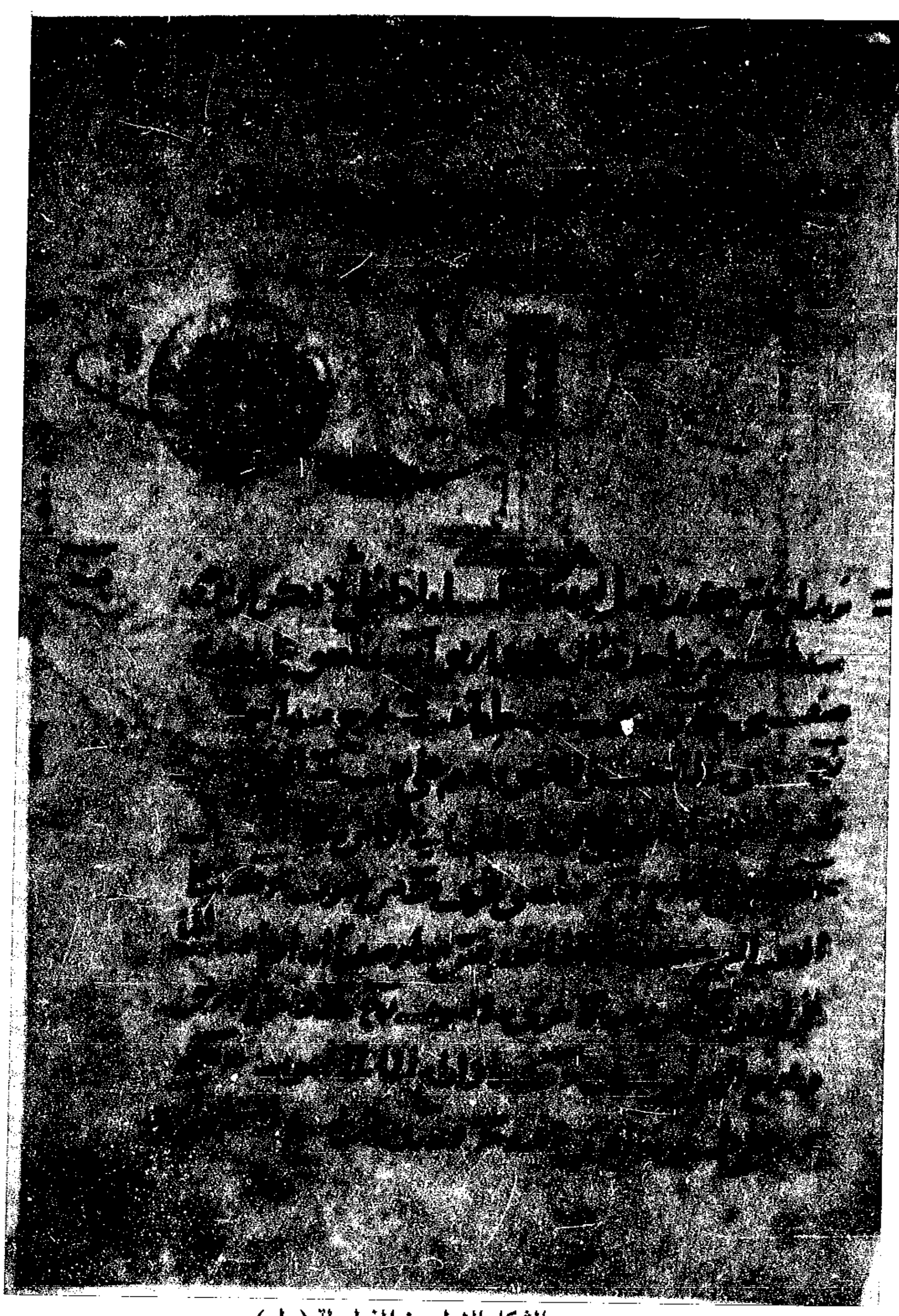
والملاحظة الثانية حول الرسم هو اغفال رسم الحوض صَ المشار اليه في النص .

(٢) يظن فيديمان وهاوسر ان الماء الحار عند دخوله الى الحوض الاسفل يؤدي الى تمــدد الهواء وخروجه الى الحوض الاعلى مما يسبب تشغيل السيفون ولكن هيل يقول ان ذلك ليس ضرورياً مستنداً الى النص الوارد : « فاذا صببت ماً حاراً او غيره من الاشربة » كما انه يستند الى ان النص لم يذكر كلمة « الحار » مرة اخرى عندما يشير الى صب الماء في الاجانة عَ .

ولا نرى ضرورة لهذا الخلاف في الرأي اذ أن مفعول حرارة الماء يزيد حقيقة من حجم الهواء ويؤدي بالتالي الى زيادة الضغط في الحوضين الاسفل والاعلى . كما ان النص اللغوي الذي استند اليه هيل لا يمنع تفسير فيديمان وهاوسر .

اما ما يراه هيل فهو انه عندما يتوقف الصب من النقطة زَ في المرة الاولى ويتوقف خروج السائل من التمثال بسبب (اقفال مخارج الهواء) فان التغلب على ممانعة السيفون (بسبب الماء الذي يملؤه) انما يتم باحد سبيلين فاما ان يكون الضغط الساكن للحوض عَ فوق النقطة صَ كافياً لذلك او ان يكون المجرى صَ عَ واسعاً للسماح ببعض الهــواء بالمرور مع السائل الذي يصب الى الداخل ويزداد الضغط في الحوض الاسفل الى الحد الذي يكفي لمرور الهواء الى الحوض الاعلى عبر الانبوب يَ كَ ، ويميل هيل الى ترجيح الاحتمال الثاني .

اللوحات المصورة



الشكل الاول عن المخطوطة (ط)

عونك اللهم

بسم الله الرحمن الرحيم

كتاب الحيل لبني موسى بن شاكر المنجم

الشكل الاول عن المخطوطة (ف)


١-٧

بسم الله الرحمن الرحيم على الله توكلت

نريد ان نعمل كاسا يصب فيه مقدارا من الشراب فان زيد فيه زيادة
مقدار مثقال من الشراب او الماء خرج كل شي فيه مثال ذلك الكاس اب
[illegible] فيه انبوب ح ح وطرفه الذي عليه د ملتصق باسفل مقعر الكاس والطرف
الاخر الذي عليه ح يكون الى اعلا الكاس ونعمل عليه انبوبا عليه ه ويكون غلافا
للانبوب [illegible] ويكون طرفه ه مسدودا وطرفه و مفتوحا قريبا من اسفل الكاس فقد
تبين بما وصفنا انا اذا صببنا الشراب في كاس اب لا يزال يرتفع فيه ولا ينصب منه شي
[illegible] الى [illegible] التي هي طرف انبوب ح ح فاذا زيد عليه شي من الرطوبات بقدر مثقال
[illegible] انبوب ح ه ويجذب بعضه بعضا حتى يفرغ [illegible] الكاس
لان طرف انبوب ح د الذي عليه د اسفل طرف من انبوب ه الذي عليه و ولان الاشيا
[illegible] اذا صببه في كاس اب المقدار الذي
الى نقطة ح ثم يزاد فيه مثقال فانه ينصب كل شي فيه الى خارج من انبوب ح د وذلك
ما اردنا ان نبين

الشكل الاول

الشكل الاول عن المخطوطة (ب)

بسم الله الرحمن الرحيم عونك اللهم

كتاب الحيل لبني موسى بن شاكر المنجم

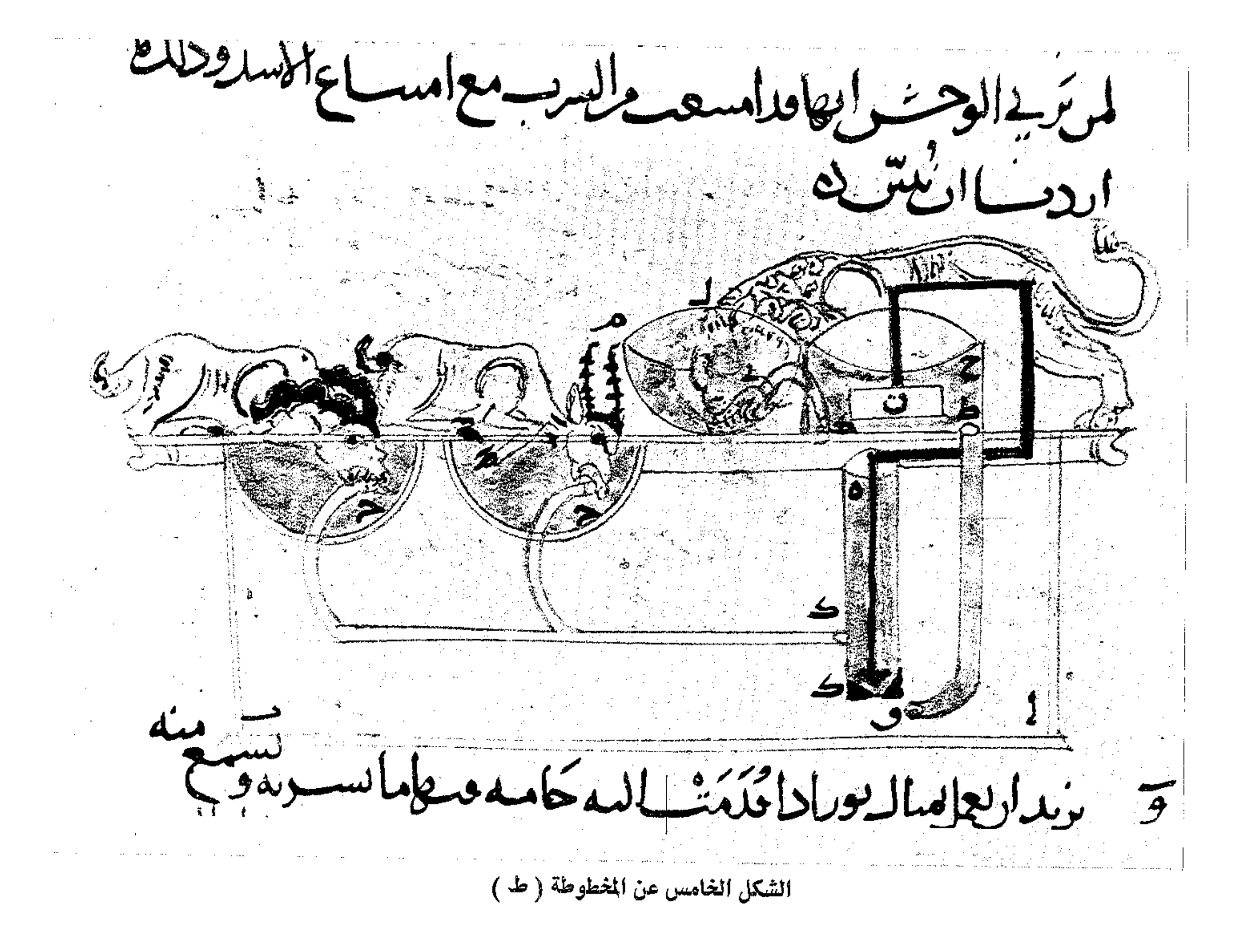
قال محمد والحسن والحسين بنو موسى ابن شاكر

نريد ان نبين كيف نعمل كاسا يصب فيه مقدار من الشراب او الماء فان زيد عليه زيادة بقدر مثقال من الشراب او الماء خرج كل شي فيه ٥

مثال ذلك كاس اب ونعمل فيه انبوب دح فطرفه الذي عليه د ملصق باسفل مفيض الكاس والطرف الاخر الذي عليه ح يكون في اعلا الكاس ونعمل انبوبا اخر عليه هو ويكون غلافا لانبوب حد ويكون طرف ه مسدودا وطرف و مفتوحا قريبا من اسفل الكاس فقد تبين مما وصفنا انه اذا صب الشراب في كاس اب لا يزال يرتفع فيه ولا ينصب منه شي حتى يبلغ العلامة ح التي هي في طرف انبوب دح فاذا زيد عليه شي من الرطوبات بقدر مثقال يسيل الشراب في انبوب حد وجذب بعضه بعضا حتى يتفرغ كل شي في الكاس دون طرف انبوب حد الذي عليه د اسفل من طرف انبوب هو الذي عليه و لان الاشيا السايلة من طبعها ان تنحدر فلذلك تبين انه اذا صب في كاس اب المقدار الذي هو الى نقطة ح ثم يزاد فيه مثقال فانه ينصب كل شي فيه الى خارج من انبوب حد وذلك ما اردنا ان نبين ٥

نريد ان نبين كيف نعمل ابريقا له بلبله اذا ملي لا يمكن ان يتوضا به اكثر من واحد مثال ذلك ابريق اب ونلصق على راسه صفيحة طن وننقب في وسطه ثقب اه

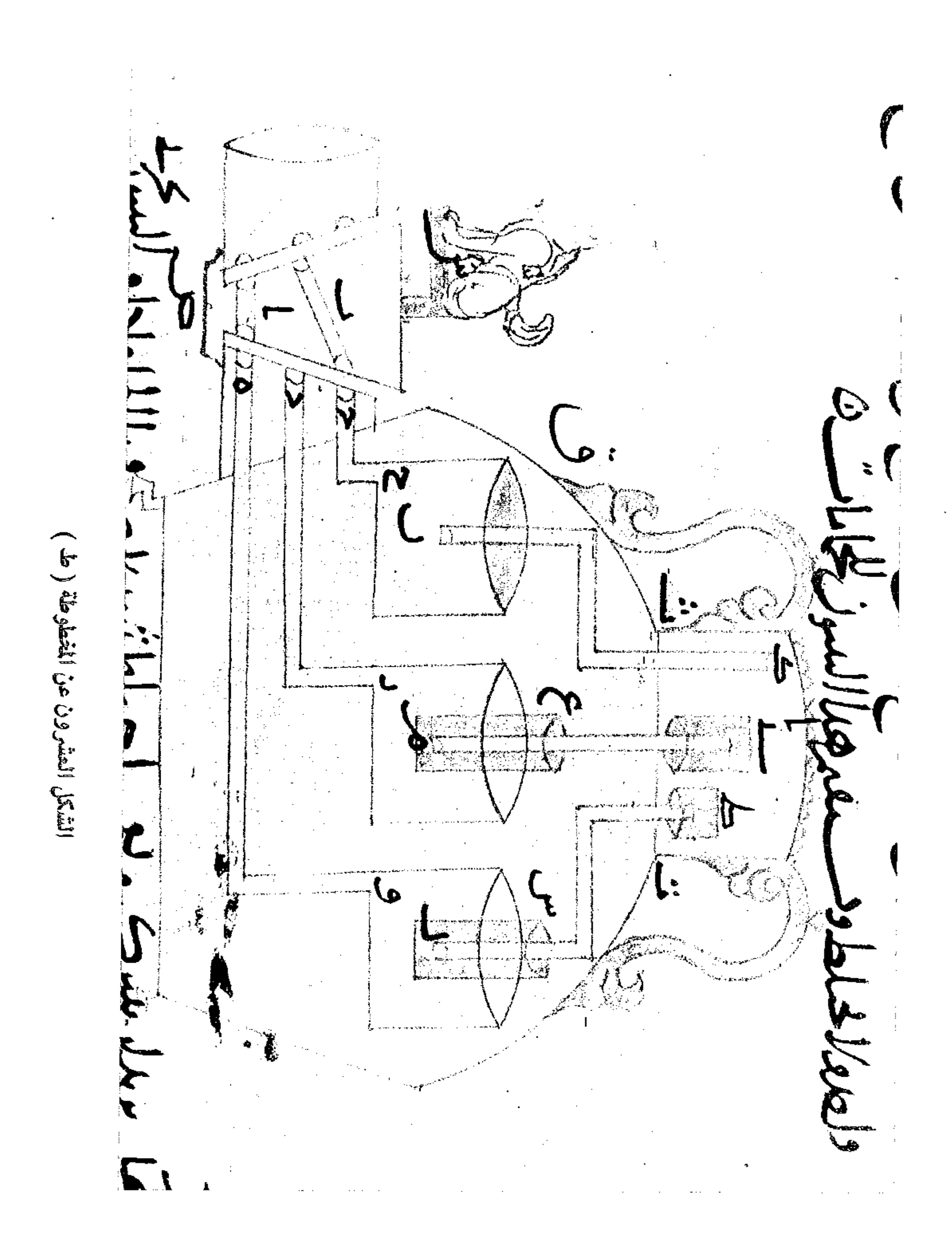
الشكل الاول عن المخطوطة (غ)



الشكل الخامس عن المخطوطة (ط)

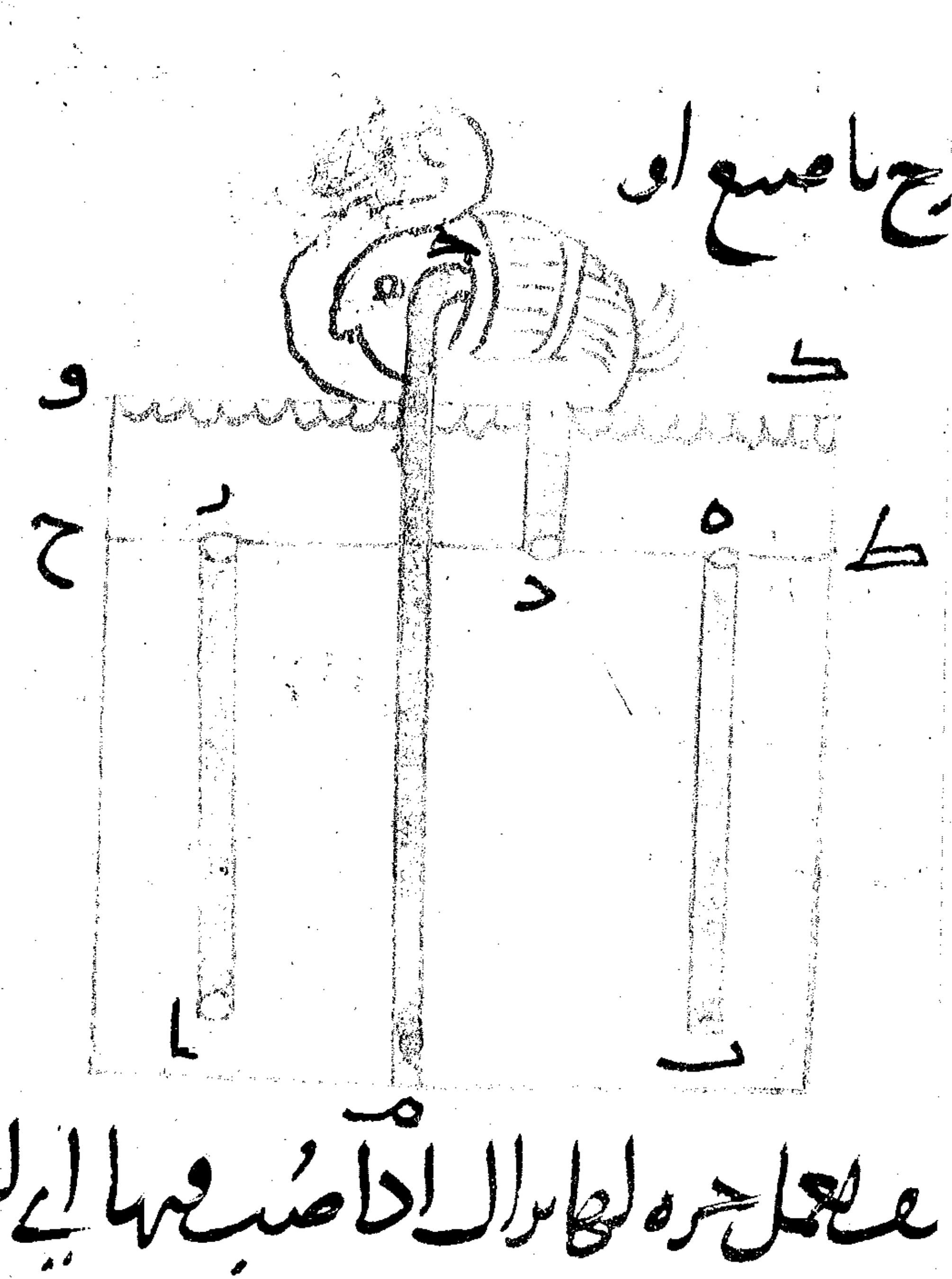


الشكل السادس عن المخطوطة (ط)

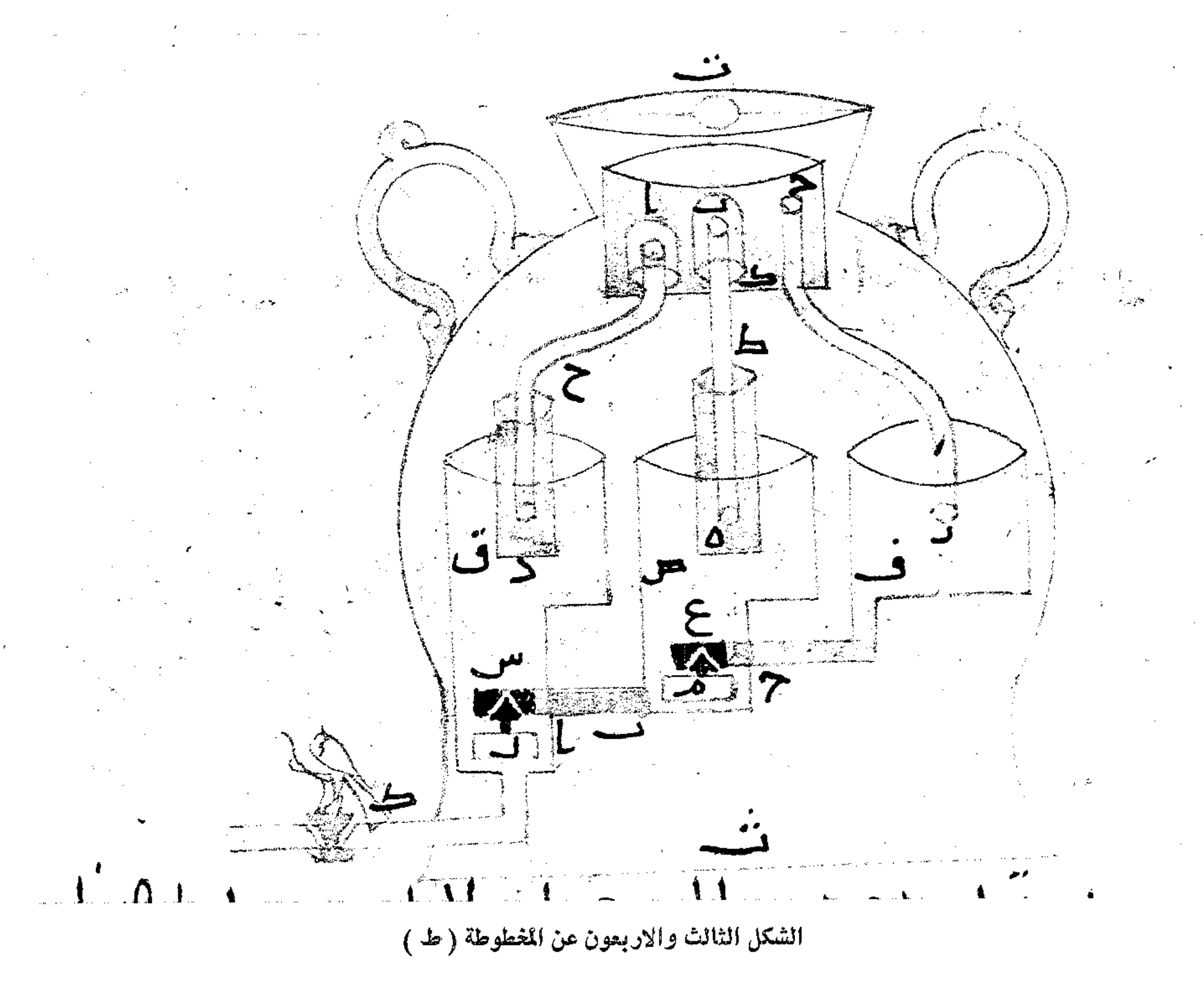


الشكل العشرون عن المخطوطة (ط)

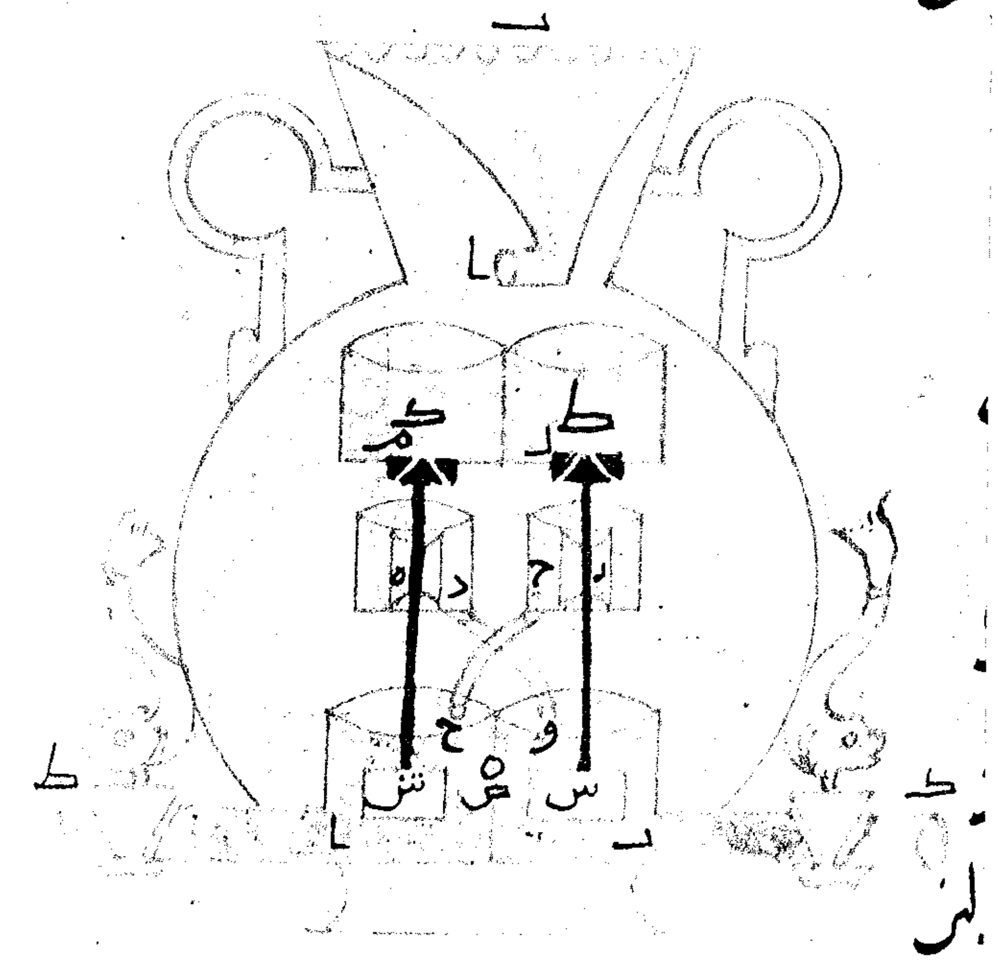
الشكل الثاني والعشرون عن المخطوطة (ط)



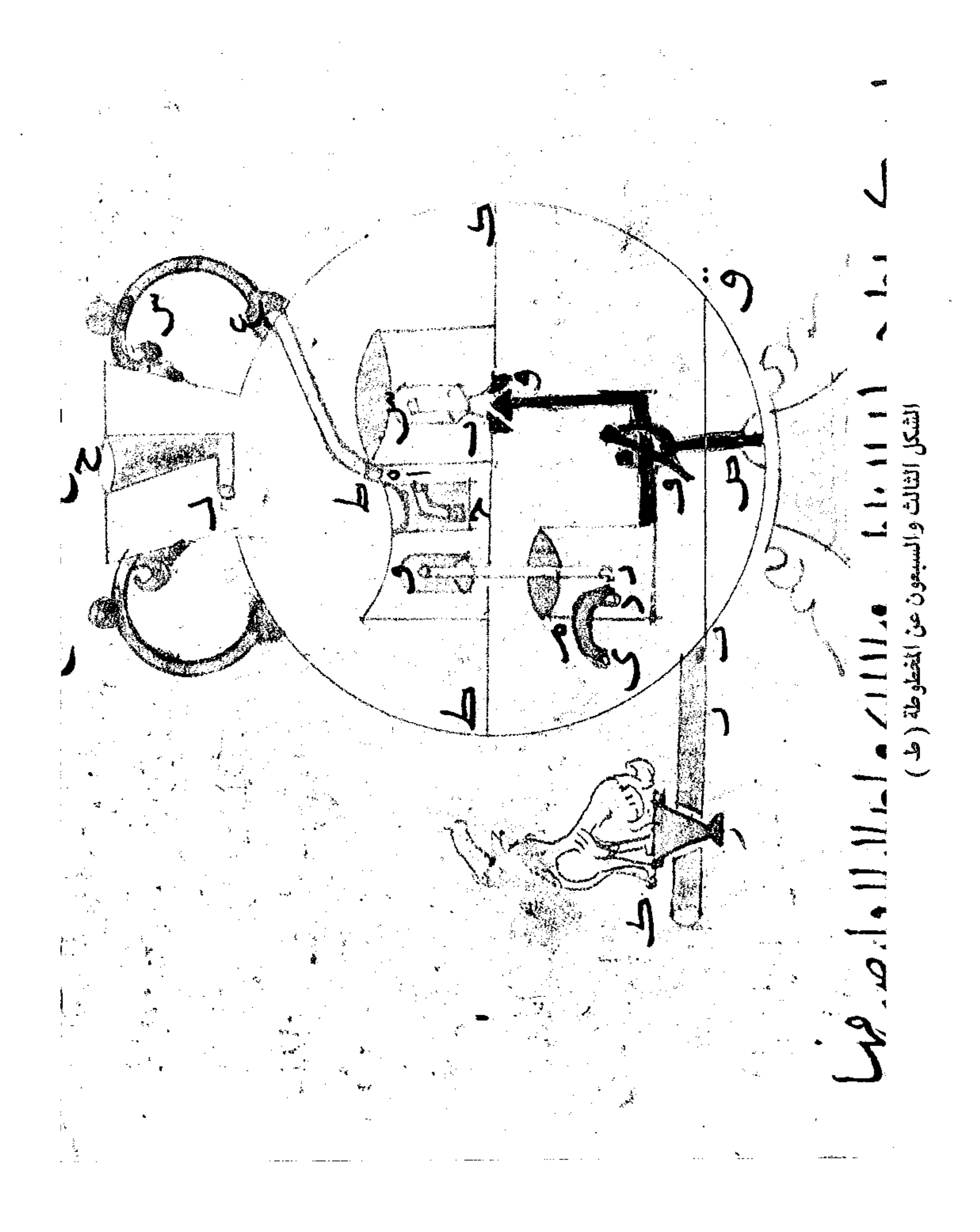
الشكل الثالث والعشرون عن المخطوطة (ط)



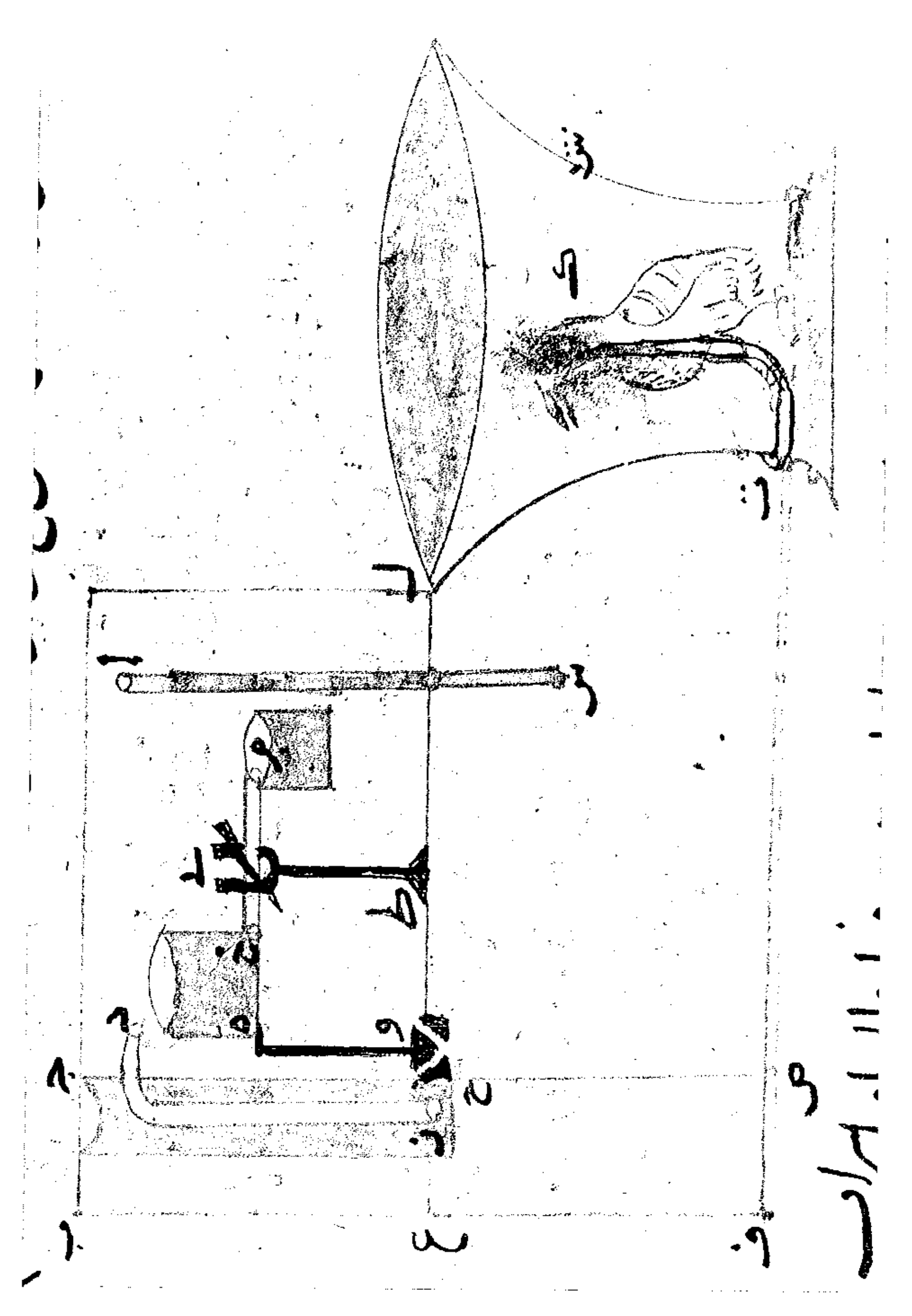
الشكل الثالث والاربعون عن المخطوطة (ط)



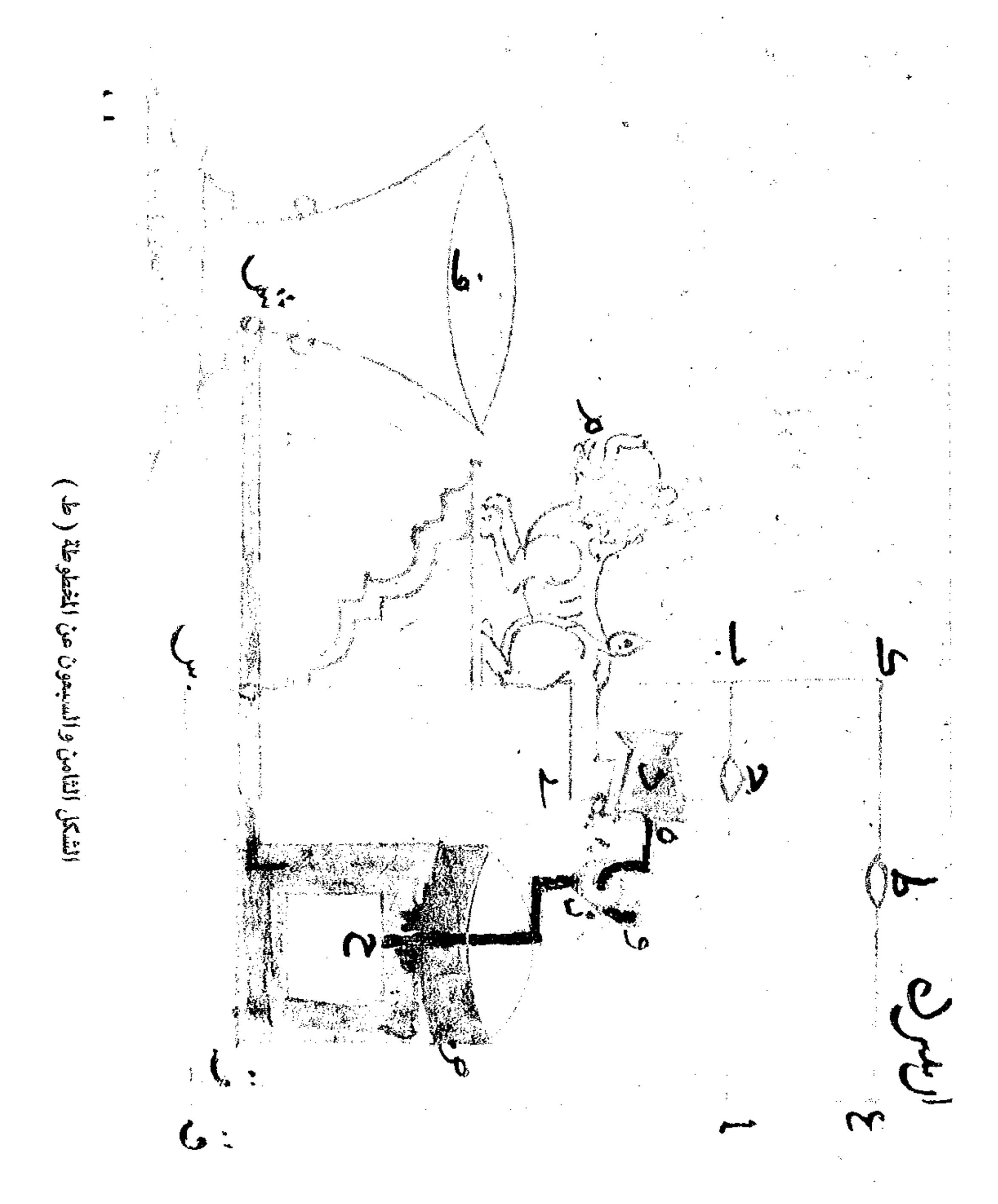
الشكل السادس والستون عن المخطوطة (ط)



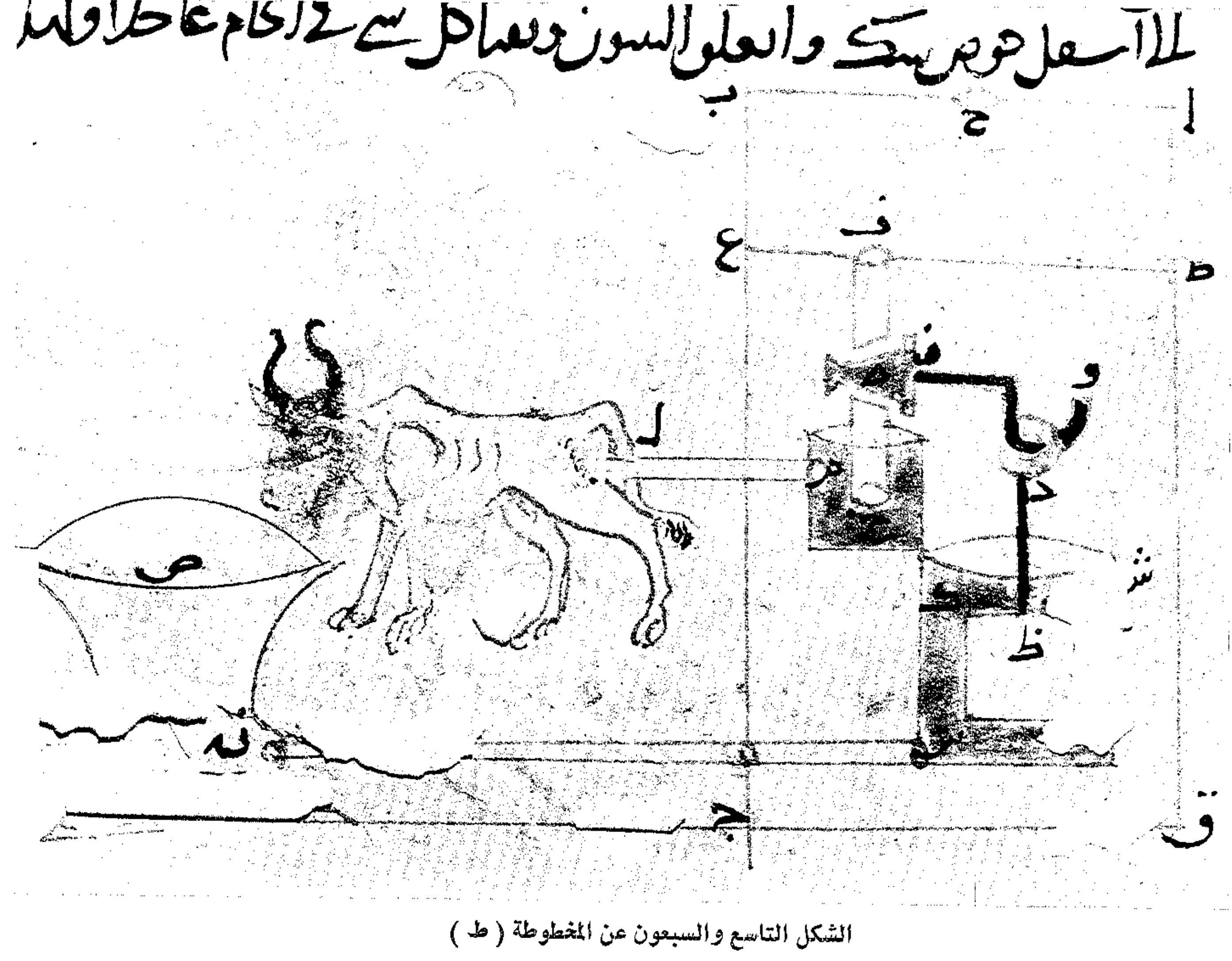
الشكل الثالث والسبعون عن المخطوطة (ط)



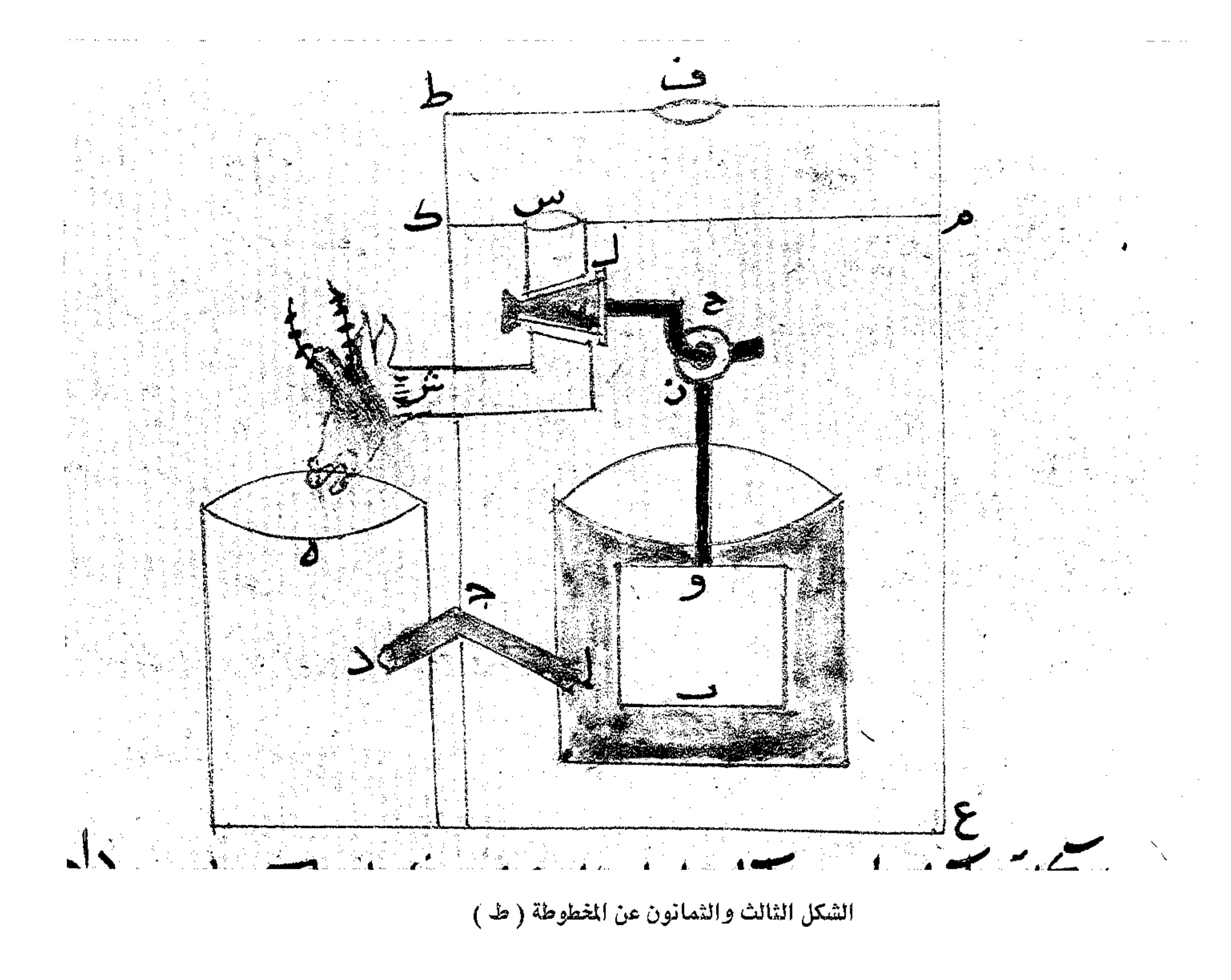
الشكل السادس والسبعون عن المخطوطة (ط)



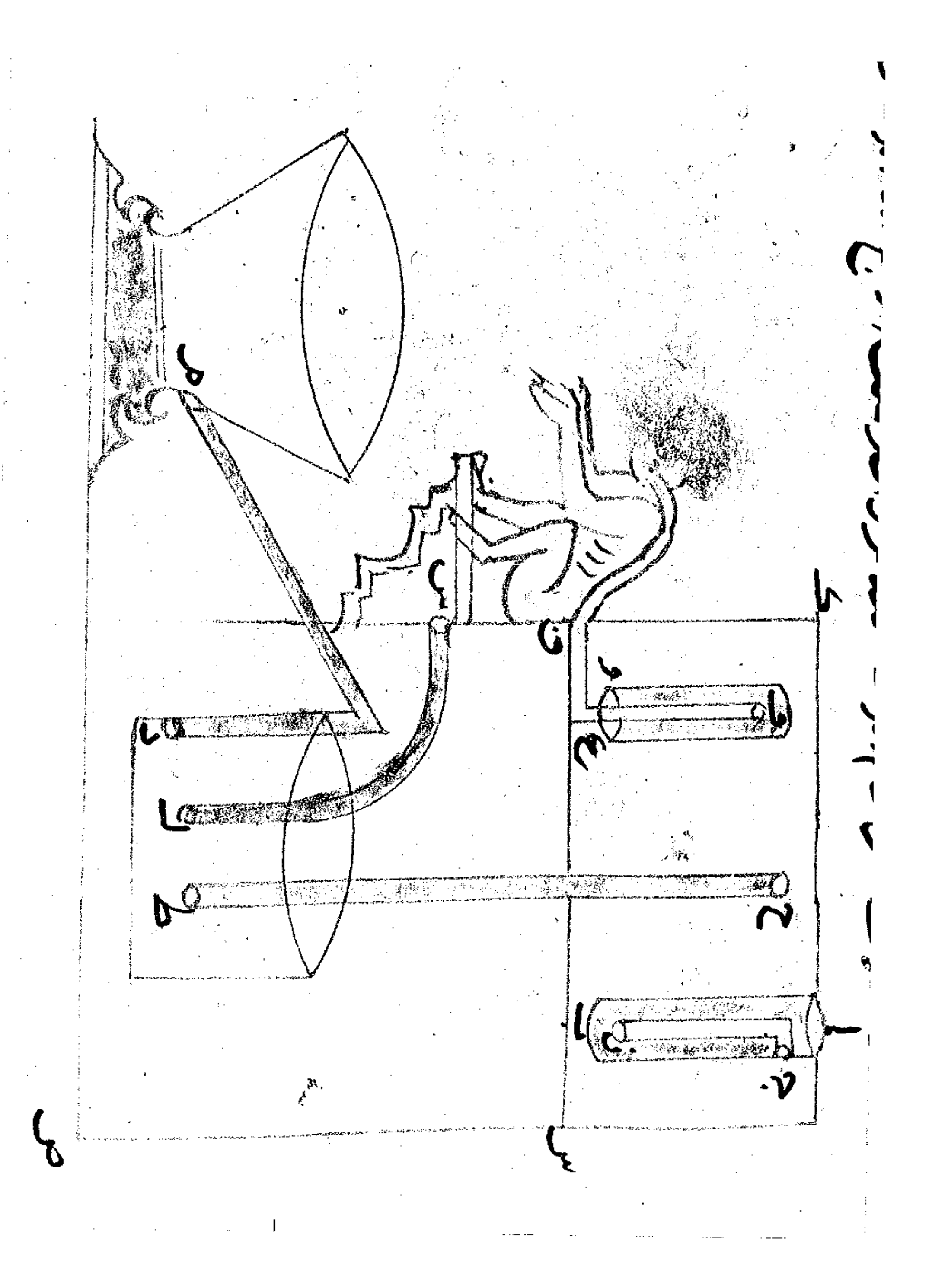
الشكل الثامن والسبعون من المخطوطة (ط)



الشكل التاسع والسبعون عن المخطوطة (ط)

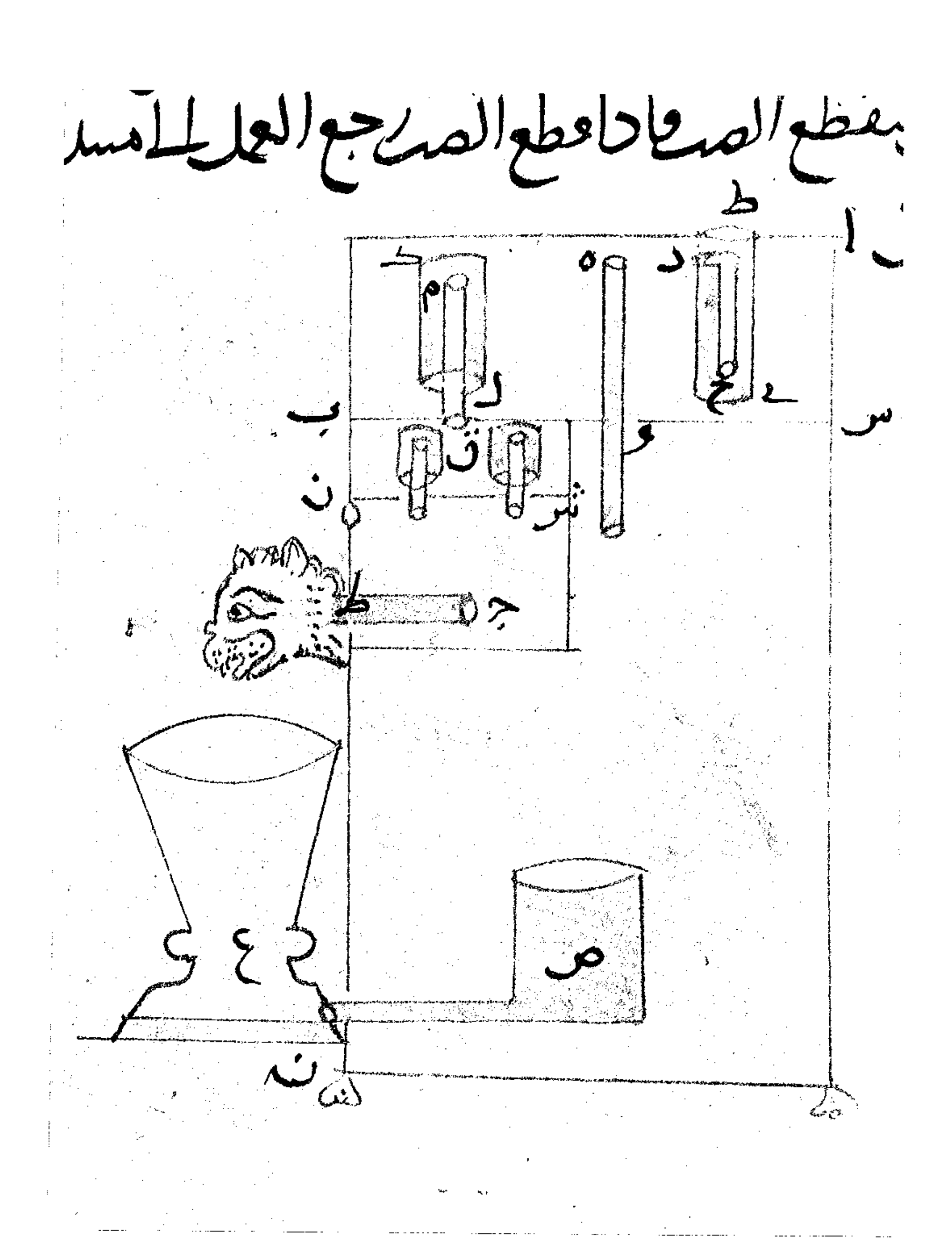


الشكل الثالث والثمانون عن المخطوطة (ط)

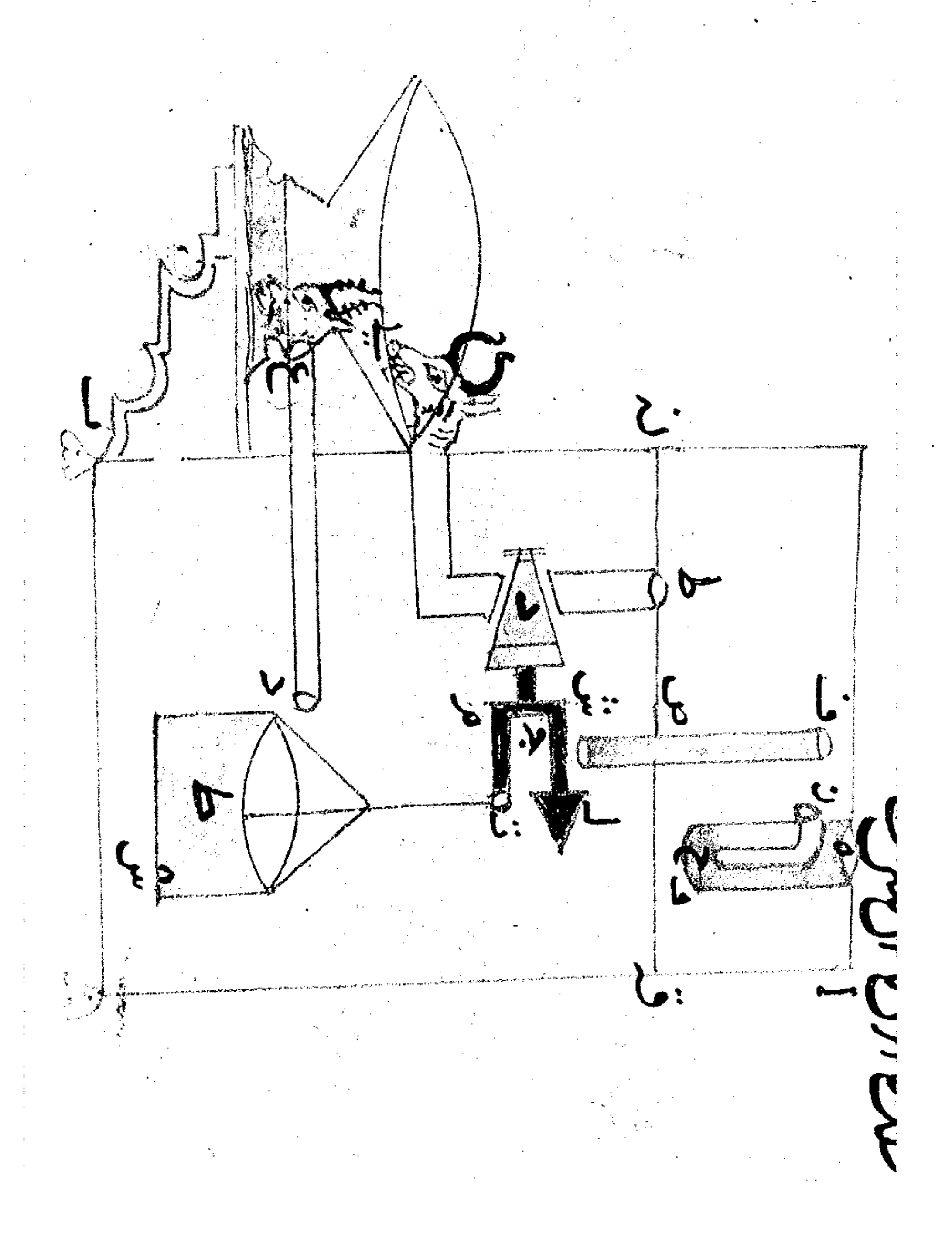


الشكل الرابع والثمانون عن المخطوطة (ط)

الشكل الخامس والثمانون عن المخطوطة (ط)



الشكل السادس والثمانون عن المخطوطة (ط)



الشكل السابع والثمانون عن المخطوطة (ط)



الفهارس

المكافئات العددية للأبجدية العربية

العدد :	الابجدية :	العدد :	الابجدية :	العدد :	الابجدية :
١	آ	٣٥	له	٦٩	سط
٢	ب	٣٦	لو	٧٠	ع
٣	جـ	٣٧	لز	٧١	عا
٤	د	٣٨	لح	٧٢	عب
٥	هـ	٣٩	لط	٧٣	عج
٦	و	٤٠	م	٧٤	عد
٧	ز	٤١	ما	٧٥	عه
٨	ح	٤٢	مب	٧٦	عو
٩	ط	٤٣	مج	٧٧	عز
١٠	ي	٤٤	مد	٧٨	عح
١١	يا	٤٥	مه	٧٩	عط
١٢	يب	٤٦	مو	٨٠	ف
١٣	يج	٤٧	مز	٨١	فا
١٤	يد	٤٨	مح	٨٢	فب
١٥	يه	٤٩	مط	٨٣	فج
١٦	يو	٥٠	ن	٨٤	فد
١٧	يز	٥١	نا	٨٥	فه
١٨	يح	٥٢	نب	٨٦	فو
١٩	يط	٥٣	نج	٨٧	فز
٢٠	ك	٥٤	ند	٨٨	فح
٢١	كا	٥٥	نه	٨٩	فط
٢٢	كب	٥٦	نو	٩٠	ص
٢٣	كج	٥٧	نز	٩١	صا
٢٤	كد	٥٨	نح	٩٢	صب
٢٥	كه	٥٩	نط	٩٣	صج
٢٦	كو	٦٠	س	٩٤	صد
٢٧	كز	٦١	سا	٩٥	صه
٢٨	كح	٦٢	سب	٩٦	صو
٢٩	كط	٦٣	سج	٩٧	صز
٣٠	ل	٦٤	سد	٩٨	صح
٣١	لا	٦٥	سه	٩٩	صط
٣٢	لب	٦٦	سو	١٠٠	ق
٣٣	لج	٦٧	سز		
٣٤	لد	٦٨	سح		

فهــرس الاعـــلام*

* ارقام الصفحات الموضوعة بين قوسين تشير الى ورود الاسم في الملاحظات .

فهـرس المصطلحات*

---

* ارقام الصفحات الموضوعة بين قوسين تشير الى ورود الاسم في الملاحظات .

المعاجم

معجم بعض المصطلحات المختارة(*)
(عربي – عربي)

بثيــون : هو البزال الذي يعمل من انبوبة تثقب ثقباً وتركب في الثقب انبوبة أخرى منتصبة تدار فيه للفتح والسد ، والانبوبة المركبة في الإناء تسمى الأنثى والانبوبة المركبة في ثقب الانبوبة تسمى الذكر ، وكذلك كل ما يكون على هذه الصفة من الانابيب والبرابخ والقنوات . (الخوارزمي ، ص ١٤٤)
وهو السكر او الصمام او الحنفية .

بربــخ : انبــوب .

بركار السرن : دولاب الماء او اجنحة دولاب المــاء .

بزال : بَزَل الشراب : أساله .
بُزال : موضع البزل . وهو الانبوب الذي يخرج منه الماء .

بلوطــة : قطعة من الحديد على شكل ثمرة البلوط تثبت في نهاية المحور .

بنكــام : (جمع بنكامات) الساعة المائية او غيرها من انواع الساعات القديمة .

جزعــة : (جمع جزع) خرزة وتستخدم كثقب محدد السعة من أجل خروج المــاء بمقدار معين .

دبــة : آلة من صفر او نحوه مجوفة لا متنفس لها البتة وتوضع في سطل او نحوه ثم يصب في السطل ماء صباً رقيقاً فكلما زاد الماء ضفت تلك الآلة ورفعت ما يتعلق بها من الاجسام فيحدث لذلك حركات ايضاً وتسمى هذه الآلة المجوفة الدبة . (الخوارزمي ، ص ١٤٣) .

(*) انظر ايضاً معجم المصطلحات العربي – الانكليزي ، والانكليزي العربي ، في مكان آخر من الكتاب . وكذلك كتاب الجزري .

وتسمى حالياً : العوامة أو الفواشة .

دولاب ذو دندانجات : دولاب ذو أسنان أو مسنن .

دولاب ذو كفات : دولاب مائي له كفات يضرب بها الماء فتدور وهو شبيه إلى حد ما بدولاب العنفات المائية من نوع بلتون التي يضرب بها الماء من علٍ .

دولاب ذو ريشات : دولاب ذو أجنحة موروبة يضرب بها الماء فتدور وهي تشبه بعض انواع العنفات المائية المغمورة .

سرن الأرحا أو سرن الرحى : الدوارة التي يضربها الماء فتدور . (الخوارزمي ، ص ١٤٥) . أي انه الدولاب ذو الأجنحة الذي يدور بقوة تيار الماء لإدارة حجر الرحا .

سطـــام : مسعار ، وهو حديدة تحرك بها النار . (رضا ، ج ٣ ، ص ١٥٠) . ويعني هنا قضيب معدني له طرف عريض .

سكرجة أو اسكرجة : إناء صغير . (الخفاجي ، ص ١٢) . والمعنى المستخدم هنا هو مسند أو حامل لمحور عمودي .

فيشــون : انظر بثيـــون .

مليار أو المنيار : إناء كبير يسخن فيه الماء . (الخوارزمي ، ص ١٤٥) . وتعني مرجلاً أو وعاءً لتسخين الماء ويوجد على جانب منه فتحة لوضع الوقود من الفحم النباتي والوعاء مرتفع وضيق .

معجم معاني بعض المفردات
عربي – انكليزي*

ابريق *ibrīq*, pl. *abārīq*
pitcher with spout and handle, jug.

إبهام *ibhām*
thumb.

أترجة *utruja*
lemon, citron.

إجانة *ijjāna*
basin or trough, vessel.

اسطوانة *usṭuwāna*
cylinder, cylindrical column.

اصبع *iṣba*ᶜ
finger; used as a measure, this is usually a finger breadth اصبع مضموم iṣbaᶜ maḍmūm = 2.06 cm.

أفقي *ufuqī*
horizontal.

آلة *āla*
machine or instrument.

انبوب *unbūb*, pl. *anābīb*
pipe, tube.

انثى *unthā*
(lit. female). socket, seat of valve or tap.

اوقية *ūqiyya*
often translated as ounce, but in fact equal to 40 dirhams, i.e. 156 grs.

باب *bāb*, pl. *abwāb*
door, but in the treatises usually a valve.

باب مطحون *bāb maṭḥūn*
ground valve, usually conical.

باطية *bāṭiya*, pl. *bawāṭi*
pitcher.

بثيون *bathyūn*
tap.

بخار *bukhār*
steam.

بربخ *barbakh*
pipe of large diameter, lead water-pipe.

بزال *buzāl*
outlet pipe.

بكرة *bakara*
pulley, drum on which cords are wound.

بلبلة *bulbula*
spout of a pitcher.

بندقة *bunduqa*
ball of metal.

ترس *turs*, pl. *atrās*
shield, the shape of a fountain.

ثقب *thuqb*, pl. *thuqūb*
bore, hole, opening, punch.

ثقل *thiql*, pl. *athqāl*
weight, plumb bob.

جام *jām, jāma*, pl. *jāmāt*
large basin, bowl.

جره *jarra*
1. jar.
2. liquid measure ca. 2 litres.

* : ادرجنا في هذا المعجم معظم المصطلحات والمفردات التي استخدمها بنو موسى . ويعتمد هذا المعجم على ما اورده هيل في ترجمته الانكليزية وعلى التحقيق العربي لكتاب الجزري . راجع ايضاً المعجم الوارد في هذا الكتاب الاخير .

raṭl رطل
a weight varying from 450 grs. to 3.2 kgs.
ruṭūbāt (al-) الرطوبات
liquids.

zamr زمر (زمار)
vertical flute, flute.

sā^ca ساعة
hour, a while, period.
saḥḥāra, saḥḥārāt سحارة
siphon made with bent tube, pipette.
sirāj, pl. *suruj* سراج
lamp.
surn سرن
(usually qualified as سرن الأرحاء , *surn al-arḥā'*)
meaning varies; axle of water-wheel, water-wheel.
saṭḥ, pl. *suṭūḥ* سطح
surface.
sa^ca سعة
capacity.
silsila, pl. *salāsil* سلسلة
chain.
sawsan سوسن (سوسنة)
(lit. lily of the valley), shape of fountain.

shāqūl شاقول
small lead weight, plumb-bob.
shibr, pl. *ashbār* شبر
span of the hand = 22 - 24 cms.
shabah شبه
brass.
shaẓiyya شظية
cam, trip lever, lug.
sha^cīra شعيرة
barleycorn, six barleycorns side by side equal one fingerbreadth; hence a barleycorn is 3.4 mm.

jaz^ca جزعة
piece of onyx; when drilled and used as orifice, the word takes on the meaning of "orifice".

ḥalqa حلقة
a ring.
ḥawḍ, pl. *aḥwāḍ. ḥiyāḍ* حوض
tank, trough, basin, cistern.

khizāna خزانة
reservoir, container, tank.

dabba, pl. *dabbāt* دبة
float.
dandān, pl. *dandānjāt* دندان
tooth.
dawarān دوران
rotation.
dūlāb, pl. *dawālīb* دولاب
wheel.
dūlāb dhū dandānjāt دولاب ذو دندانجات
toothed wheel, cogwheel.
dūlāb dhū rīshāt دولاب ذو ريشات
vaned wheel.

dhirā^c, pl. *adhru^c* ذراع
cubit 49. 4 cm. , one cubit equals 24 finger breadths or 144 barleycorns.
dhakar ذكر
(lit.male) plug of valve or tap, spigot.

raḥa رحى (الأرحاء)
windmill, watermill.
rasm, pl. *rusūm* رسم
drawing, inscription.

qadaḥ, pl. *aqdāḥ* قدح
drinking cup, goblet, beaker.
qidr, pl. *qudūr* قدر
pot. small airtight vessel.
qurṣ, pl. *aqrāṣ* قرص
disc, roundel, circle.
qaḍīb, pl. *quḍbān* قضيب
rod, bar, straight jet from fountain, bearing.
qimᶜ, pl. *aqmāᶜ* قمع
funnel.
qanāt قناة
lance, channel, straight jet from fountain.
qandīl pl. *qanādīl* قنديل
lamp, vase.
qinnīna قنينة
flask, bottle.

kaʾs, pl. *kuʾūs* كأس
cup, beaker.
kaʾs al-ᶜadl كأس العدل
concentric siphon.

liṣāq muḥkam لصاق محكم
firm solder, securely solder.
lawlab لولب
screw, worm-wheel.

mithqāl مثقال
a weight – 4.41 grammes.
masraja مسرجة
lamp.
masīl, pl. *masāyil* مسيل
place through which a liquid flows, a channel.
maṣabb, pl. *maṣabbāt* مصب
liquid outlet, or hole into which liquid is poured, filling mouth.
miṣfāt مصفاة
strainer.

shakl. pl. *ashkāl* شكل
model, type, shape.

ṣanᶜa صنعة
(lit. work), manufacture, construction.

ṭafa(vb.) طفا (يطفو)
float.
ṭafaḥa(vb.) طفح (يطفح)
overflow, over fill, fill.

ᶜāriḍa عارضة
crossbeam, transom.
ᶜamūd, pl. *aᶜmida* عمود
pillar, stanchion, column.
ᶜawwāma عوامة
a small float having valve plug soldered to its upper surface, used in float-chamber.

ghirbāl غربال
sieve.
ghilāf غلاف
sheath, cap(s) of a concentric siphon.
ghilaẓ غلظ
thickness.

fathyūn faythūn فثيون ، فيثون
tap. Greek origin.
furja, pl. *farjāt* فرجة
gap, opening vane, said of the cuts made in a metal disc in order to make a vaned water–wheel.
fawwāra, pl. *fawwārāt* فوارة
fountain.

qāᶜida, pl. *qawāᶜid* قاعدة
base, support, pedestal, plinth.

mīzāb, pl. *mayāzīb* ميزاب
channel made from wood or metal.
mīzān, pl. *mawāzīn* ميزان
balance, scales.

nuḥās نحاس
copper.
narmādaja نرمادجة
link, one section of hinge. Persian word.

muᶜwajj معوج
bent, curved.
mikyāl مكيال
measuring vessel, quantity.
malḥūm ملحوم
soldered.
mulṣaq ملصق
fixed, soldered.
milyār مليار
boiler, Greek origin.
manāra منارة
minaret; pillar supporting a lamp.

Glossary of Selected words

English – Arabic

axle of water-wheel: سرن الأرحاء ، سرن

ball (of metal): بندقة
barleycorn: شعيرة
basin: حوض ، (جام) جامه ، إجانة ، طست
boiler: (مرجل) ملیار
bowl: قدر ، طست ، جام

channel: ميزاب ، مسيل ، مجرى ، قناة
concentric siphon: كأس العدل
construction: صنعة
crossbeam: عارضة
cubit: ذراع
cylinder: إسطوانة

float: عوامة ، دبة
fountain: فوارة على هيئة سوسنة
funnel: قمع

gap: فرجة
ground valve: باب مطحون

hinge: نرماذجه

jet: نافورة

lamp: قنديل ، مسرجة ، سراج
lead: رصاص

machine: آلة
mark: علامة
minaret: منارة

narrow: ضيق ، دقيق

orifice: جزعة

perimeter: محيط
pipe: بربخ ، أنبوب
pipette: سحارة
pitcher: باطية ، ابريق
plate: طبق ، صفيحة
plug: طبق ، صمام ، سدادة ، ذكر

reed (s): قصب (قصبة)
ring: حلقة
rod: قضيب

screw: لولب
seat: مقعد ، انثى

sheath: غلاف
sieve: غربال
solder: يلحم ، يلصق
span (of the hand): شبر
staircase: درج
stanchion: عمود
steam: بخار

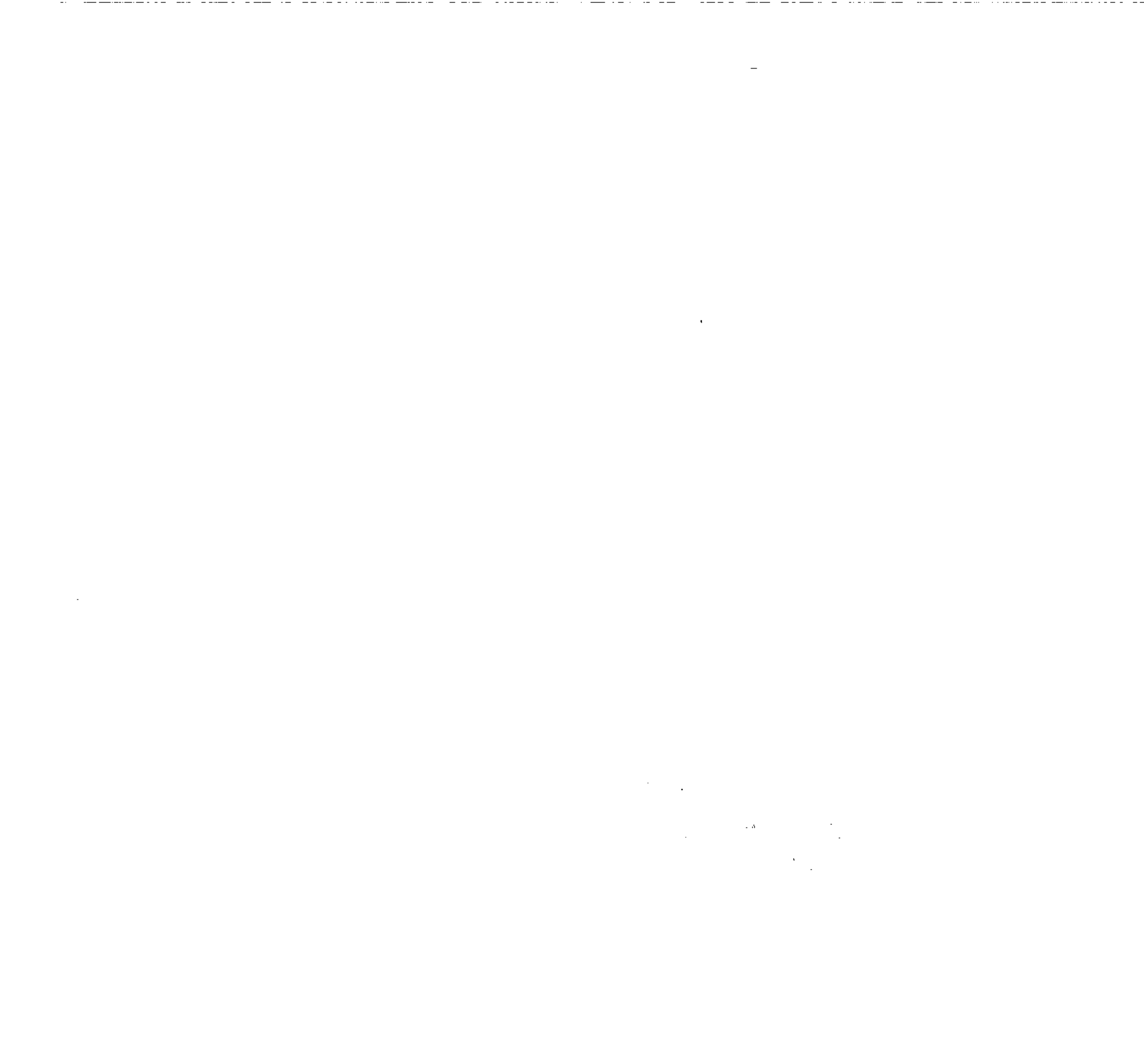
tank: خزانة ، حوض
tap: بثيون ، فثيون
tooth: (سن) ، دندان

valve: باب

wheel: دولاب
toothed wheel: دولاب ذو دندانجات
vaned wheel: دولاب ذو ريشات



القسم الاجنبي



Al-Qifṭī: see the Arabic bibliography.

Sarton: George Sarton, *Introduction to the History of Science*, 3 vols. (Baltimore: Williams and Wilkins, 1927-1948; repr. Huntington, N.Y.: Krieger, 1975).

Sezgin: Fuat Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, 5 vols. (Leiden: E. J. Brill, 1967-1971).

Smith: D. E. Smith, *History of Mathematics* (New York: Dover, 1958).

Suter: Heinrich Suter, *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und Ihre Werke* (Leipzig: G. Teubner, 1900).

Al-Ṭabarī: see the Arabic bibliography.

Ṭāsh Köprü Zada: see the Arabic bibliography.

Ṭūqān: see the Arabic bibliography.

Ibn Abī Uṣaybiᶜa: see the Arabic bibliography.

Wiedemann: Eilhard Wiedemann, *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte* (Hildesheim: Olms, 1970).

Wiedemann and Hauser: Eilhard Wiedemann and Friedrich Hauser, "Über Trinkgefässe und Tafelaufsätze nach al-Ğazari und den Banū Mūsā", *Der Islam*, 8 (1918), 55-93, al-Jazarī; 268-291, Banū Mūsā.

Al-Yāfiᶜī: see the Arabic bibliography.

Bibliography

Al-Bīrūnī: see the Arabic bibliography.

Carra de Vaux: *Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques, par Philon de Byzance*, Paris: *Academie des Inscriptions et Belles Lettres*, 38 (1903) pt. 1.

Drachmann: A. G. Drachmann, *Ktesibios Philon and Heron* (Copenhagen: Ejnar Munksgaard, 1948).

Drachmann: A.G. Drachmann, *The Mechanical Technology of Greek and Roman Antiquity* (Copenhagen: Munksgaard, 1963).

DSB: *Dictionary of Scientific Biography*, 15 vols. (New York: Charles Scribners Sons, 1970-1978).

(article on Banū Mūsā vol. 1, p. 443 by J. al-Dabbagh).

Abū al-Fidā': see the Arabic bibliography.

GAL: C, Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur* (Leiden: E. J. Brill, 1943–9), 2 vols. 3 suppl.

Al-Hassan, 1: Ahmad Y. al-Hassan, *Taqī al-Dīn and Arabic Mechanical Engineering* (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, 1976).

Al-Hassan, 2: Ahmad Y. al-Hassan, *Al-Jāmi*ᶜ *bain al-*ᶜ*Ilm w'al-*ᶜ*Amal al-Nāfi*ᶜ *fī Ṣinā*ᶜ*at al-Ḥiyal,... by Ibn al-Razzāz al-Jazarī* (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, 1979).

Hauser: Friedrich Hauser, *Über das Kitāb al-Ḥiyal, das Werk über die sinnreichen Anordnungen, der Benū Mūsā* (Abhl. zur Gesch. der Naturwis. und Medizin, Heft 1. Erlangen, 1922).

Hill, 1: Donald R. Hill, *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices*, an annotated translation of al–Jazarī's book on machines (Dordrecht: D. Reidel, 1974).

Hill, 2: Donald R. Hill, *The Book of Ingenious Devices*, an annotated translation of the Banū Mūsā Kitāb al–Ḥiyal (Dordrecht: D. Reidel, 1979).

Hill, 3: Donald R. Hill, "A Treatise on Machines" *Journal for the History of Arabic Science*. 1 (1977), 33–44. In this paper the treatise was attributed to Ibn Muᶜadh but it is more likely that its author was Aḥmad b. Khalaf al–Murādī (see Hill, 2, above).

Ibn Khaldūn: see the Arabic bibliography.

Ibn Khallikān: *Bibliographical Dictionary*, 4 vols. Trsl. MacGuckin de Slane (New York & London: Johnson Reprint, 1961).

Ibn Khurdādhbih: see the Arabic bibliography.
Al-Khwārizmī: see the Arabic bibliography:

King: David A. King, Review of "The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices, translated and annotated by D. R. Hill", *History of Science*, 13 (1975) 284–289.

*Al-Mas*ᶜ*ūdī*: see the Arabic bibliography.

Al-Muqaddasi: see the Arabic bibliography.

Ibn al-Nadīm: see the Arabic bibliography.

Nallino: see the Arabic bibliography.

Al-Qalqashandī: see the Arabic bibliography.

Renaissance came into being, followed by the Scientific Revolution, and ultimately by the Industrial Revolution, the Western world steadily helped itself to the findings and the developments of the Islamic-Arabic civilization which had been flourishing for seven centuries, extending until the sixteenth century. The Technological Revolution in the West did not begin from zero point. Rather, it availed itself of the products of the Islamic-Arabic civilization, and with this as a sure foundation, it has led the race since the beginning of the seventeenth century.

An editor of *The Book of Ingenious Devices* faces the difficulty of having to sort out those machines originated by the Banū Mūsā from among others previously known. In his attempt to locate, from among the hundred models occurring in *The Book of Ingenious Devices*, those resembling the ones in Hero's and Philo's books, Hill identified twenty-five such devices.[70] There exist also other parts of the Banū Mūsā machines which resemble certain elements in Hero's and Philo's material. Conversely, there are Banū Mūsā machines which bear no resemblance to either Hero or Philo. These include the fountains and the dredging machine designed to salvage submerged objects from the bottom of rivers and seas, and so on.

In designing their machines, the Banū Mūsā made use, primarily, of the principles of the science of hydrostatics and aerostatics. Nowhere in subsequent Arabic or Islamic writings do we find anything similar to the devices included in *The Book of Ingenious Devices* by the Banū Mūsā. The machines occurring in both al-Jazarī and Taqī al-Dīn are different from those of the Banū Mūsā. While the more complicated devices, and the ones designed by the Banū Mūsā depended primarily on the principles of hydrostatics, the equipment in both al-Jazarī and Taqī al-Dīn is either purely mechanical, or hydraulic-mechanical. A possible reason why we find no similar devices subsequent to the *Kitāb al-Ḥiyal* may be that its authors utilized almost all the concepts that the mind of man could invent or design using the above mentioned scientific principles. The Banū Mūsā far transcended the limits which bounded Hero's and Philo's thought. It is much to the credit of the Banū Mūsā that their writings were unique in relation to all that previously had been written in Greek. Likewise, these writings are also distinct from all subsequent material by Arabs and Muslims alike. The Banū Mūsā's use of automatic valves, delayed-action systems, and their application of the principles of automatic control, testify to genius, to a brilliantly agile and creative mentality.

Of notable value is the Banū Mūsā's use of crankshafts for the first time in the history of technology. Hill notes that in two models (80 and 85) they used a mechanism similar to the modern crankshaft, thus outstripping by 500 years the first description of the crankshaft in Europe.

The direct influence of the Banū Mūsā on modern Western technology cannot, of course, be precisely calculated or estimated. Such an influence can only be felt in its cumulative aspect. In this sense the Islamic technological writings, exemplified by the Banū Mūsā, al-Jazarī, al-Murādī, and Taqī al-Dīn, in addition to the resplendent list of other eminent engineers like Thābit ibn Qurra, al-Khāzinī, Raḍwān and others, have, in their collective impact, offered the West a relatively advanced mechanical technology. As the European

70. Following is a list of the figures: 1, 13, 14, 15, 18, 21, 24, 29, 30, 34, 75-87, 95, 96 (see *Hill*, 2, p.21).

with a number of books by the ancients, written probably in Greek, and left by the scholars of the school of Alexandria. Still, no amount of acquaintance with Greek data alone would have been sufficient to write a book like *The Book of Ingenious Devices*, with its astonishing creativity in designing mechanical hydraulic devices. Certain factors are indispensable for the maturity of such an inventive power. In the background there must have been a favourable political, social, and cultural climate. Besides, for practical purposes, there must have been available that meticulous care, the precise skill and minute workmanship, without which an engineer like Aḥmad ibn Mūsā could never have invented and designed such devices. We know that hydraulic machinery flourished in Syria all through the pre-Islamic eras. It is also common knowledge that here had existed age-old traditions, industrial skills and wonderful artisanship, which was speedily harnessed to the service of the Islamic-Arabic civilization. Hence the resources which enabled the Banū Mūsā to design such machinery and equipment were available, and in plenty. The Greek written sources were only one of such inspiring factors.

We cannot with any amount of certainty determine which Greek books were known to the Banū Mūsā .It is possible they were acquainted with Hero's *Mechanics*, written perhaps in Alexandria in the 1st century A.D., and translated in the time of the Banū Mūsā by Quṣta ibn Lūqa.[67] Hero's other books may also have been known to the brothers, for he enjoyed great fame among Arabic scholars in the 10th century A.D.

Another source may have been available. This is popularly assigned to the Byzantine Philo (3rd century B.C.), and is on devices dependent for motion on water and air. The book occurs in a manuscript which dates probably to the 14th century A.D.[68] It contains Byzantine and Islamic additions and insertions more recent than the time of the Banū Mūsā. It is possible that the chapters written by Philo were known in Arabic at a date prior to that of the manuscript.

The fact is that in studying the material in Arabic assigned to Philo, Archimedes, and others, we move on very slippery ground. A good portion of this material is actually the product of Arabic and Muslim thought, but its mentors preferred to remain in the shade. Many examples may be cited from the history of Arabic science where Arab authors disguised their writings under the attribution to illustrious ancient names, hoping thereby to endow their books with the halo of esteem.[69]

---

67. Hero's *Mechanics* was published and translated into other languages (see, for instance, *Sarton*, Vol.I, p.209. Also *Drachmann*, p.12).

68. This is Ayasofia MS 3713 (another copy is in Oxford). *Carra de Vaux* published the Arabic text, based on both Istanbul and Oxford copies, with a translation into French (see *Sarton*, Vol.I, p.195).

69. See Sezgin: Lecture delivered at the 2nd International Symposium for the History of Arabic Science, April, 1979.

This is not the place for a detailed discussion of the many and varied bases for the divisions of science recognized by Arabic scientists and scholars. We are here concerned only with the subject of *al-ḥiyal.* Some considered it a branch of engineering (*al-handasa*).[60] According to *al-Qalqashandī*,[61] the divisions of (*al-handasa*) resemble those of the profession of engineering in the modern sense, and *al-handasa* means geometry only in a secondary sense.

Whatever the case may be, apart from the classifications of the sciences, and the difference, from one age to another, in the angles of approach to these sciences, it is quite obvious that the science of *al-ḥiyal* is a part of mechanical engineering, the scope of which comprehends mechanical machines and ingenious devices.

Certain Arabic scholars gave the "art of ingenious devices" the name "spiritual machines".[62] Others considered these last synonymous with *al-ḥiyal.*[63] The Banū Mūsā and al-Jazarī entitled their two books *al-Ḥiyal*, while their devices were of the ingenious type. Hence we may infer that the term *al-ḥiyal* is inclusive, while "spiritual machines" is a term used either as synonymous with *al-ḥiyal* or to denote the second category of machines, which is ingenious devices.

Until recently, only two Arabic books on *al-Ḥiyal* were widely known, *The Book of Ingenious Devices* by the Banū Mūsā, and *A Compendium on the Theory and Practice of the Mechanical Arts* by Badīᶜ al-Zamān ibn al-Razzāz al-Jazarī.[64] To these a third has been added, *al-Ṭuruq al-Saniya fī al-Ālāt al-Rūḥāniya* (*The Sublime Methods for Spiritual Machines*) by Taqī al-Dīn ibn Maᶜrūf al-Rāṣid al-Dimashqī.[65] As these three books belong to epochs widely distant in time (respectively: 3rd century H./9th century A.D.; 6th century H./12th century A.D.; 10th century H./16th century A.D.), they constitute the principal links in the chain of the heritage of Islamic-Arabic mechanical technology. They shed light on the achievements in this domain of the Islamic-Arabic civilization. The chain will be complete when a sufficient number of books and manuscripts in this field have been discovered and published.[66]

The written Arabic heritage in mechanical technology thus begins with the Banū Mūsā book. Naturally, Aḥmad ibn Mūsā ibn Shākir, the one to whom the authorship of the book under review has been attributed, must have had some previous literature available. He must have been acquainted

---

60. *Ṭash Köprü Zāda*, p. 371.

61. *Al-Qalaqashandī*, Vol.I, p.476.

62. Ibid. Vol.1, p.476, *Ṭash-Köprü Zāda*, p. 379.

63. *Al-Hassan*, 1.

64. *Al-Hassan*, 2.

65. *Al-Hassan*, 1.

66. Hill published, in the *JHAS*, 1. (1977), 33-46, an article on an Andalusian book by al-Murādī, which dates back to the 5th century H. (11th A.D.).

to the three appended, were copied in pencil. As a preliminary stage, the variants between the pencil copy and the texts were noted. Wherever the part of the text in question was found in the Topkapi MS, it was adopted as the basic version. Otherwise, the Vatican MS was adopted as the second best alternative. Where neither of these could help (as in Models 90 and subsequent) the Berlin MS was used as the only one left.

After the stages of reproduction and comparison of MSS were completed, the basic operation commenced – the technical study of models, and comparison of the texts with the drawings, with the ultimate object of determining the choice of the correct text and the correct alphabetical symbols to render the technical meaning reasonable and acceptable. Naturally, certain words or phrases would have to be chosen from the second MS to replace others from the first, or again, these last would occasionally have to be modified by the editor to suit the general context.

Wherever the text was available in the Topkapi MS, which is the most accurate, the most reliable, and the one that contained the best drawn models, the process of editing was relatively easy, and comparison was then made mainly with the Vatican MS. In certain other cases where the Vatican MS was taken to be the basic document (owing to the absence of the text in the Topkapi MS), comparison was then made with the Gotha or Berlin version. Here editing was more difficult. In the case where the Berlin MS was the only alternative available (as in the last ten models), editing came to be such a precarious business that we had to assume the existence of certain symbols or words. In extreme cases it was necessary to suggest some words, in the most economical fashion possible, so as to render the text intelligible and coherent. There is no doubt that the Gotha/Berlin MS is the least accurate of the three, it abounds in errors and gaps.

The third stage of editing included redrawing the models and rewriting the alphabetical symbols on them so as to conform to the edited text.

At the foot of each model we have supplied certain remarks and comments, inspired largely by Hill's English translation and Hauser's German version.

5. *The Science of al-Ḥiyal* (*Mechanics and Ingenious Devices*), *and the Value of the Banū Mūsā Book*

In his book *Mafātiḥ al-ᶜUlūm*,[59] al-Khwārizmī lists *al-ḥiyal* among other sciences such as philosophy, divinity, logic, medicine, arithmetic, geometry, astronomy, and music.

Then he subdivides *al-ḥiyal* into two branches: first, weight drawing and moving, by using slight force and, secondly, moving machines, and the art of ingenious devices.

59. *Al-Khwārizmī*, pp. 80, 141.

The Book of Ingenious Devices with similar known works, written before and after. His book ends with a glossary of Arabic terms and their synonyms in English. It also includes a list of the references consulted by him.

Thanks to Donald Hill's work on *The Book of Ingenious Devices* by the Banū Mūsā, this document has become well-known in the Western world, and is no longer a legendary name circulated by proxy.

4. *Manuscripts of the Book of Ingenious Devices, and Methods of Editing**

In spite of the importance and the fame of *The Book of Ingenious Devices*, its surviving MSS are surprisingly few. Today there are three known MSS. Following is a reference to each:

1. Topkapi Sarayi (Istanbul): Ahmet III 3474	(hereafter referred to by the letter ط)
2. Vatican Library: Vatican 314	(referred to by the letter ف)
3. A MS divided between Gotha Library: Katalog Von Pertsch No. A 1349, and West Berlin	(referred to by the letter غ)
Library Ahlwardt No. 5562	(referred to by the letter ب)

The first MS (Topkapi Ahmet III 3474), has only recently been discovered.[56] It has proved the best of the three thus far known to exist. The other two, the Vatican MS and the Gotha/Berlin MS, had been known as far back as the last century. They were the ones used by Wiedemann and Hauser.

Since the Vatican MS had, until recently, been the principal source, Hauser[57] adopted the order of succession of the models as followed up in this MS. Hill followed suit, although he used the Topkapi MS in his translation.

METHOD OF EDITING

The same stages adopted in editing *A Compendium on the Theory and Practice of the Mechanical Arts* by Badīᶜ al-Zamān ibn al-Razzāz al-Jazarī,[58] have been used in the present work. First, microfilms were obtained of the three MSS available. Then these were printed on photographic paper. For a reliable text, both the English translation by Hill and the German one by Hauser were consulted. The serial order of succession adopted is the one used by Hill, which was the same as Hauser's, the only exception being Model 20 in the Vatican MS, which Hill sorted out from among the principal models and supplied as an Appendix to the book. Hauser, as has been mentioned, had relied basically on the Vatican MS, because the Topkapi MS was as yet unknown. Next in order of editing, the group of hundred models, in addition

* For a thorough study of the available Arabic MSS the reader is referred to *Hill*, 2, or to the Arabic section of this book.

56. *King* was the first to draw attention to this MS in 1975, when reviewing Hill's translation of the book by al-Jazarī.

57. *Hauser*, in German.

58. *Al-Hassan*, 2.

references, the life and works of the Banū Mūsā, a review of works similar to *The Book of Ingenious Devices* by Arabic and Greek authors, and a description of the MSS known to him. It contains also an exposition of the models, along with some modified illustrations thereof, as well as many annotations and full commentary. Generally speaking, both the work done in collaboration, and that done singly by Hauser, serve the end which the authors envisaged, i.e. to acquaint historians of science and engineers interested in the history of their profession with such an important book. Still, the work suffers from certain drawbacks. For instance, the data supplied in the references are sometimes inadequate. No mention is made of the number or the date of the publication, nor is there sufficient information to define a reference with precision.

The fundamental drawback, however, is that the authors were not aware of the existence of the Topkapi Ahmet III 3474 MS. In the absence of this indispensable document, the authors failed to distinguish the errors in the original from those made by copyists. This important MS has later proved that the Banū Mūsā were more precise than was suggested by the other two MSS.

The last important research so far undertaken on *The Book of Ingenious Devices* is the translation into English, published in 1979. Donald Hill[55] translated the entire book, and this recent work complements an earlier work completed in 1974 when he published the complete translation of a book by al-Jazarī. Hill's volume is the first to be published in any language, including Arabic, which contains *The Book of Ingenious Devices* in its entirety.

The discovery, in the meantime, of MS Ahmet III 3474 has added appreciably to the value of his translation.

In his work, Hill resorted to photographic reproduction of the original illustrations, then to a redrawing, in outline, with the symbols written in Latin letters. Wherever necessary, he supplied, at the foot of each model, a commentary. Occasionally, wherever he deemed it advisable, Hill added illustrative drawings. Another commendable practice is his assembly in the introduction of ten basic principles used by the Banū Mūsā in their designs. In any one model, one or more of the ten principles are utilized. Thus Hill saves himself the trouble of going through many annotations, or repeating them, so long as these principles recur in more than one model.

In addition to his survey of the life and the works of the Banū Mūsā, Hill also includes in his introduction a section on the MSS of *The Book of Ingenious Devices*, and provides a detailed exposition of each of the three known MSS. Hill mentions the sources, prior to his book, in which references to *The Book of Ingenious Devices* were made, and he undertakes a historical comparison of

55. *Hill*, 2.

The three sons were most proficient at geometry and with ingenious devices, in which domain they wrote an astonishing book known as *Ḥiyal Banū Mūsā*. These are devices of noble intention, remarkably valuable, and well known to most people.

The *Kitāb al-Ḥiyal* is listed also in Ibn al-Nadīm's *Kitāb al-Fihrist*,[48] under the subject of "Motions", as well as in the biography of the Banū Mūsā.[49] Another reference to the book is made in al-Qifṭī's biography of Mūsā bin Shākir.[50]

According to both Ibn al-Nadīm and al-Qifṭī, the author of this book was Aḥmad ibn Mūsā. All sources concur as to Aḥmad having been second in rank to his eldest brother in all domains of science except the mechanical arts where, so the accounts assert, he excelled all, including the leading ancients, such as Hero and others.[51]

Ibn Khaldūn[52] writes:

Certain authors, versed in this art, wrote a book on the science of mechanics (*ḥiyal*), including all wonders of peculiar arts and interesting devices. The book may prove inaccessible to the average understanding, owing to its intricate technical proofs. It is now in circulation, and is attributed to the Banū Shākir.

Al-Jazarī,[53] an engineer who wrote a well-known book on the art of mechanical devices, refers to the book in question in the section on "Fountains":

In this I have not followed the method adopted by the Banū Mūsā, God rest their souls. Praise be to them for their precedence in pursuing such subjects.

Further on in his book, al-Jazarī criticizes the Banū Mūsā fountains on grounds of the brevity of intervals between the changes of the shapes of the fountain.

In the West, interest in *The Book of Ingenious Devices* commenced in modern times, particularly since the end of the 19th century. Wiedemann and Hauser, pioneers in this field, published in collaboration articles about this book, discussing large drinking basins (Models 75-87).[54] They provided annotations on the ways by which such devices functioned, and redrew the illustrations, using Latin letters. Later Hauser published a more detailed study, incorporating the remaining models contained in *The Book of Ingenious Devices*. Hauser did not commit himself to a literal translation of the original text; it was sufficient for his purpose that he makes an exposition of the apparatus, even if he found it necessary to take liberties with the original material. Such work, done first by Wiedemann and Hauser in collaboration, and then by Hauser, was of major importance in acquainting scholars with *The Book of Ingenious Devices*. Whoever reads German can follow, to a reasonable extent, the Banū Mūsā models. Hauser's book contains much information on Arabic

48. *Ibn al-Nadīm*, p.411.
49. *Ibn al-Nadīm*, p.393.
50. *Al-Qifṭī*, p.316.
51. *Ibn al-Nadīm*, p.442.
52. *Ibn Khaldūn*, p.487.
53. *Al-Jazarī*, p.393.
54. *Wiedemann and Hauser*.

In addition to the above, we put forward the following brief remarks:

1. No copy exists of the *Kitāb al-Qarasṭūn* by the Banū Mūsā. What has come to us is a MS of the *Kitāb al-Qarasṭūn* by Thābit ibn Qurra. This may be no more than a detailed version of the book by the Banū Mūsā who were Ibn Qurra's teachers (see *Hauser* p. 11).

2. As regards *The Book of Conics*, Hilāl ibn abī Hilāl al-Ḥumṣī and Thābit ibn Qurra translated *The Book of Conics* by Apollonius, which is in seven volumes. Aḥmad ibn Mūsā ibn *Shākir* revised and annotated this translation (see *Suter*, p.21; *Brockelmann*, SI, p.383, *Sezgin*, p.136).

3. *Suter* writes (p.21) that the Florence Library possesses a MS (No. 271), attributed to Abī Ja^cfar Muḥammad ibn Mūsā, entitled *Liber de Sphaera in Plano Discribenda.* According to *Brockelmann*, (SI, p.383) the author, more probably, was Abū Ja^cfar Muḥammad ibn Mūsā al-Khāzin (4th century H.)

4. *Brockelmann* refers (Vol.I, p.241) to the following two MSS attributed to the Banū Mūsā:

a. *Al-Darajāt fī Ṭabā'i^c al-Burūj* (Leningrad)

b. *Aḥkām al-Daraj l'il-Mawālīd* (Princeton University, Garr. 968)

These two MSS are not mentioned in other references.

3. *The Book of Ingenious Devices in Arabic, and Foreign References*

Although the Banū Mūsā wrote extensive and voluminous material on the mathematical sciences, the forms of the heavens, and planetary motion, nevertheless *The Book of Ingenious Devices* has remained the most prominent of their works .Wherever any description of, or reference to, the Banū Mūsā's contribution was made, *The Book of Ingenious Devices* was sure to occupy the pride of place among all their works.

Of this book, al-Qifṭī[43] writes, "The best known work assigned to them is the *Ḥiyal Banū Mūsā*." In his biography of Muḥammad ibn Mūsā, ibn Khallikān[44] writes, "He is one of the three brothers to whom is attributed the *Ḥiyal Banū Mūsā* – devices for which they are famous". Similar references occur in Abū al-Fidā',[45] al-Yafi^cī[46] and others. Here is Ibn Khallikān's version:

> In ingenious devices they have an amazing and a rare book comprehending all novelties. I read it, and found it one of the best and most interesting books. It is in one volume.

Elsewhere al-Qifṭī[47] writes:

43. *Al-Qifṭī*, p.441.
44. *Ibn Khallikān*, p.79.
45. *Abū al-Fidā'*, p.49.
46. *Al-Yafi^cī*, p.170.
47. *Al-Qifṭī*, p.315.

to check the circumference of the earth. They achieved this by measuring one degree of arc along the terrestrial meridian. He goes on to review in detail what the Banū Mūsā did. However, both Suter[40] and Nallino[41] believe that the Banū Mūsā were only participants in this performance, as they were yet too young (during al-Ma'mūn's reign) and had not yet mastered the experience they later acquired at science and observations.

Ibn abī Uṣaybiᶜa[42] surveys the achievements of the Banū Mūsā in the domain of meteorology, while Thābit ibn Qurra tells of their observations of phenomena pertaining to the atmosphere.

Altogether then, the Banū Mūsā were exceptionally brilliant. Their influence on their age was profound and pervasive. They were a driving force behind the translation movement. They were distinguished in all the branches of mathematical science, astronomy, physics, and mechanics. They left monuments of lasting value and some of these have survived the centuries. *The Book of Ingenious Devices*, the main concern of the present research, has come down to us intact, and became inseparable from the names of the Banū Mūsā throughout the succeeding centuries up to the present.

In the Arabic section of this book we have given a full list of the works attributed to the Banū Mūsā by both Ibn al-Nadīm and al-Qifṭī. We have also given a list of other works which were mentioned by both ancient and modern sources. Hill also gives such a list in his English translation of the *Ḥiyal.*

EXTANT WORKS BY THE BANŪ MŪSĀ.

Of about twenty works, the following only are still extant:

NAME OF BOOK	*LOCATION*	*REFERENCES*
1. Book of Ingenious Devices (*Ḥiyal*)	Istanbul, Vatican, Gotha/Berlin.	*Hill, Brockelmann, Suter.*
2. Book on the Measurement of Plane and Spherical Figures	Istanbul, Tehran, Berlin, London, Oxford, Paris, etc. (See *Sezgin*).	*Brockelmann, Sezgin, Suter.*
Latin Translation (Gerard of Cremona).	Halle, Paris, Basel, Madrid, Oxford, and other libraries mentioned by Sezgin.	
3. Introduction to the Book of Conics translated by Hilāl al-Ḥumṣī and Thābit ibn Qūrra. (See remarks below).	Oxford (Bodleian), Leyden, Istanbul, Mashhad.	*Brockelmann, Sezgin, Suter.*
4. Description of a Musical Automaton	Beirut.	*Brockelmann* (text published by Louis Cheikho, in *Al-Mashriq.* Mona Shaᶜrani, of the Lebanese University, has re-edited it for her doctoral dissertation.

40. *Suter*, see *Hauser*, p.9.

41. *Nallino*, p.89.

42. *Ibn abī Uṣaybiᶜa*, p.299.

the same authors, *On the Measurement of Plane and Spherical Figures.* Of this book, translated into Latin by Gerard of Cremona, there exist several copies in various libraries. On the basis of this Latin translation, mid-nineteenth century historians of mathematics sought to determine the debt the Banū Mūsā owed to their predecessors.[34] Much heated discussion and controversy arose over the issue, particularly concerning the trisection of the angle as put forward by the Banū Mūsā in the book in question.

In the course of this controversy, certain scholars argued that the methods adopted by the Banū Mūsā differ from Greek principles.[35] Much earlier, Arabic medieval scholars appreciated the pioneering work performed by the three brothers, and assigned the best part of these methods to them. Al-Qifṭī alleges that the trisection problem was not successfully solved before the time of al-Ḥasan. It has since been proved, of course, that the problem has no solution.

Of this book, Suter writes also that the solutions presented in it go beyond the work of the ancients, and reveal originality and independent thought.[36] In medieval times this book was one of the most widely circulated works among mathematicians and astronomers. Curtze believes that Copernicus made use of the Banū Mūsā book,[37] and maintains that the Polish scientist based much of his own angle trisection on their method.

The brothers were well grounded in mathematics in general. They also applied their mathematical knowledge in practical ways. They used the conchoid in the trisection problem, and they constructed the ellipse by the string and foci method.[38]

Although the Banū Mūsā wrote a book on the steelyard (*qarasṭūn*), the one that came down to us is the *Qarasṭūn* by Thābit ibn Qurra, disciple and colleague of the Banū Mūsā. It seems that Thābit's book bears a relation to that of the brothers. It is certain that the Banū Mūsā collected and developed the data previously known on this topic.

In the field of astronomical observations, the Banū Mūsā recorded their findings, and these found their way to subsequent astronomers, so that Ibn Yūnus, for one, came eventually to make use of them, and he praised the merit of the three brothers. Their contribution in this field is both important and valuable. According to Ibn Yūnus, the Banū Mūsā practised such activities at their own observatory. In *Al-Athār al-Bāqiya*, al-Bīrūnī praised highly the observations of the Banū Mūsā, and their skill and accuracy in this field.

Ibn Khallikān[39] relates that al-Ma'mūn commissioned the Banū Mūsā

34. *Sezgin*, p.247. See also the aricle by al-Dabbagh, *DSB* Vol.I, pp. 443-446.

35. *Sezgin*, p.247.

36. *Hauser's* contention, p.7.

37. *Sezgin*, p.247.

38. *Smith*, Vol.1 p.171; Ṭūqān, p.99.

39. *Ibn Khallikān*, Vol.II pp.79-80.

alienated from al-Mutawakkil's court. Their hostility to al-Kindī was severe and bitter, and they were able through their influence to separate him also from al-Mutawakkil's court. Such tendencies, according to Ibn abī Uṣaybiᶜa, nearly led to their downfall.

Still, their relations with most of the scholars of their time were cordial. The three brothers were kind and obliging to their fellow scientists. They collaborated with them in discussing and investigating matters of common interest, and they acquainted them with their own scientific activities. In collaboration with Thābit ibn Qurra, they wrote a number of dissertations on atmospheric phenomena based on concerted observations.[29] Muḥammad had close and intimate relations with the celebrated astrologer, Abū Maᶜshar, and also with Yaḥyā ibn abī Manṣūr, as well as with other leading scholars of the age.

2. *Works and Academic Achievements of the Banū Mūsā*

Concerning the Banū Mūsā's scientific interests, Ibn al-Nadīm[30] writes:

> They were mainly preoccupied with the following topics: geometry, *al-ḥiyal* (machines and ingenious devices), music, and, to a lesser degree, astronomy.

Another source[31] singles out Muḥammad as

> conversant with geometry and astronomy, an authority on Euclid and the Almagest. He collected books on astronomy, geometry, arithmetic, and logic. He cared more for such books than he ever cared for his official work. He toiled with them; he even worked himself to exhaustion.

Of Aḥmad we are told[32] that he

> ranked lower than his elder brother in all the sciences, with the exception of *al-ḥiyal*, where he ranged further than did Muḥammad, or any scientist at any time in the past, including Hero and others.

Al-Ḥasan, the youngest brother, was uniquely distinguished in geometry. Here he was unmatchable, having an inborn disposition to this branch of science. It was this innate disposition which helped him to acquire such an extensive knowledge in this field, for all the data he obtained from books consisted of the contents of six of the books of Euclid's *Elements*, that is, less than half the entire discourse. But his memory was so retentive and his imagination so intense, that he managed to solve problems hitherto unsolved.[33]

As regards their scientific achievements, the fame of the Banū Mūsā, over the long expanse of history, rests primarily on their *Book of Ingenious Devices* (*Kitāb al-Ḥiyal*). The worth of this book is felt no less by our age, by virtue of the survival of three manuscripts.

In addition to the *Kitāb al-Ḥiyal*, we have an additional contribution by

---

29. *Ibn abī Uṣaybiᶜa*, p.299.
30. *Ibn al-Nadīm*, p.393.
31. *Al-Qifṭī*, p.442.
32. Ibid., p.442.
33. Ibid., p.442.

He was so elevated and so prosperous that his annual revenue from al-Ḥaḍra, Persia, Damascus, and elsewhere, approximated 400,000 dīnārs. His brother Aḥmad had an income of about 70,000 dīnārs.

Before discussing the Banū Mūsā as scientists, a point of major importance about their lives must be established. Accounts have been given above concerning their relations to the Abbasid caliphs, with the object of emphasizing the influence, both material and moral, which they brought to bear on the world of their time. Their full impact was felt, besides their scientific prestige, in their patronage of the translation movement and by their financing translators and scholars.

Ibn al-Nadīm[23] refers to the Banū Mūsā as

> Those people who dedicated themselves to studying ancient science, gave up in this pursuit all pleasure, wore themselves out, and sent to Byzantium such who obtained knowledge, and paid generously for the translators brought for this purpose from remote countries, thus revealing miracles of wisdom.

Ibn abī Uṣaybiᶜa's version[24] reads as follows:

> Muḥammad, Aḥmad, and al-Ḥasan, sons of Shākir, used to pay a group of translators such as Ḥunayn ibn Isḥāq, Ḥubaysh ibn al-Ḥasan, Thābit ibn Qurra and others, around 500 dinars a month for translation and attendance.

In this as in many other respects, Ibn abī Uṣaybiᶜa has something more specific to say about Muḥammad:

> This man was exceedingly bounteous to Ḥunayn ibn Isḥāq, who translated for him a considerable number of medical books.[25]

Thus the Banū Mūsā employed their fortune in the service of knowledge, with the object of developing and encouraging science. They used to send emissaries to Byzantium to buy very expensive books. Muḥammad ibn Mūsā himself used to go to Asia Minor to purchase manuscripts.[26] On one of these trips he brought home one Thābit b. Qurra, who later became one of the most famous of Islamic mathematicians. Thābit lived at Muḥammad's residence, and there had his instruction.[27]

Briefly, then, the Banū Mūsā were the main supporters of the translation movement which gathered momentum as that important epoch of the Islamic scientific awakening reached fruition. They extended their patronage to Thābit ibn Qurra, to Ḥunayn ibn Isḥāq, and to many other translators and scholars. However, according to certain accounts[28] the Banū Mūsā never tolerated their rivals in the domain of science. One such was Sanad ibn ᶜAlī, who used to contend with Aḥmad in matters of science, and whom the brothers

23. *Ibn al-Nadīm*, p.392; Ibn Khallikān, p.79.
24. *Ibn abī Uṣaybiᶜa*, p.260.
25. Ibid. p.283.
26. *Ibn al-Nadīm, Kitāb al-Fihrist*, pp.392, 394.
27. *Ibn abī Uṣaybiᶜa*, p.295.
28. *Ibn abī Uṣaybiᶜa*, p.286.

So they took pains to avoid hazardous mischances. One instance of jeopardy to their lives occurred when al-Mutawakkil charged the Banū Mūsā with the task of excavating the Jaᶜfarī Canal. They, in turn, subcontracted the work to Aḥmad b. Kathīr al-Farghānī. News reached the Caliph that serious errors had been made in carrying out the project, for which, in case of sufficient evidence, the culprit responsible would be crucified on the canal bank. Apparently, al-Farghānī had committed a basic mistake. He had taken inaccurate readings of the canal levels, with the result that the canal, when completed, would never fill up to the required depth. Horrified, the Banū Mūsā hastened to enlist the aid of Sanad ibn ᶜAlī, a competent engineer and at the same time a friend of al-Kindī's. Sanad consented to help the brothers out of their predicament on condition that they restore al-Kindī's books which, in their hostility to the lawful owner, they had confiscated, after having antagonized the caliph against him. The Banū Mūsā submitted to the terms, whereupon Sanad promised to dispel the caliph's apprehensions, his idea being that the Tigris was then in flood, and the defect would not be detectable for four months, a period which, according to the prophecies of astrologers, the caliph would not survive. As a matter of fact, within two months al-Mutawakkil was assassinated, and the Banū Mūsā escaped the penalty.[19]

Muḥammad was deeply involved in politics. We gather from one account[20] that before al-Muntaṣir died he disclosed to Muḥammad ibn Mūsā and ᶜAlī ibn Yaḥyā, in confidence, a dream which much disturbed him. On another occasion Muḥammad helped to alienate Aḥmad ibn al-Muᶜtaṣim – disciple and friend of al-Kindī's—from the succession to the throne, while at the same time he assisted in nominating al-Mustaᶜīn instead.

In the reign of al-Mustaᶜīn, when Baghdad was besieged by Abū Aḥmad (251 H./865-866 A.D.), Muḥammad ibn Mūsā was commissioned by ᶜAbd Allāh ibn Ṭāhir, commander of the caliph's army, to estimate the size of the enemy force.[20] When in that restless year al-Mustaᶜīn addressed the mutinous populace, Muḥammad ibn Mūsā made one of the group who stood close to the caliph. Finally, when the resistance broke down, Muḥammad was one of a delegation sent by the army commander, Ibn Ṭāhir, to negotiate with the besiegers the terms of al-Mustaᶜīn's abdication.[22]

The above is a quick survey of the political activities of the Banū Mūsā, stressing those of the eldest Muḥammad. The three brothers shared the same living conditions, and co-operated in the tasks assigned to them. This was most pronounced in the academic field. By virtue of their prominent social position, they enjoyed much wealth. Of Muḥammad ibn Mūsā, al-Qifṭī writes:

19. *Ibn abī Uṣaybiᶜa*, p.286.
20. *Al-Ṭabarī*, Vol. IX, p.253.
21. Ibid., p.292.
22. Ibid., p.339.

told,[10] the brothers "lived in grim economic conditions. They were poor and needy. Still, all those around al-Ma'mūn were never really well-to-do, a feature of living which they shared with the bulk of the inhabitants of Khurāsān. The Banū Mūsā thus reached an ultimate goal in their studies".

In later years, however, things looked brighter. Indeed, the three brothers came to enjoy prosperity, and, particularly under the caliphs who succeeded al-Ma'mūn, they became wealthy and influential.

It will be pertinent, before discussing them as scientists, and supplying details of their achievements and their works, to stress the fact that they won the confidence and the esteem of more than one caliph in succession. This applies specially to Abū al-Jaᶜfar Muḥammad, the eldest and most respected and, secondly, to Aḥmad. The caliphs assigned them a number of important tasks, including major engineering works. One of these was to supervise the excavation of large canals, for instance the Jaᶜfarī Canal,[11] and the ᶜAmūd ibn al-Munajjim Canal in the vicinity of Baṣra.[12] Furthermore, the Banū Mūsā participated in the turbulent political life of Baghdad in their time.

Evidence of the prestige they enjoyed in their relations with the successive caliphs[13] is to be seen in the recurrence of accounts of them, in summary form, in historical sources. Mention has been made of the fact that al-Ma'mūn undertook their education, and that they played a prominent role in his reign.

Of their relations to al-Muᶜtaṣim we know little, besides the fact that al-Kindī was tutor to Aḥmad ibn al-Muᶜtaṣim, and that this favour incited the Banū Mūsā against al-Kindī. As regards their relation to al-Wāthiq, more information is available. From accounts given by Ibn Khurdādhbih[14] and al-Masᶜūdī,[15] we gather that al-Wāthiq delegated Muḥammad b. Mūsā b. Shākir to go to Byzantium to view the *Ahl al-Kahf* (The People of the Cave), whereas al-Bīrūnī[16] mentions that this mission was effected at the orders of al-Muᶜtaṣim. On the other hand, Ibn Khurdādhbih and al-Muqaddasī concur in their account that al-Wāthiq sent Muḥammad b. Mūsā to Ṭurkhān, the Khazar King, to examine the *Dhū al-Qarnayn* dam, or, as it came to be called, the *Ya'jūj and Ma'jūj* dam.[17] In the reign of al-Mutawakkil, the brothers played a key role, for Ibn abī Uṣaybiᶜa asserts that al-Mutawakkil, fascinated by automatic devices, enlisted their aid.[18]

Due to their involvement in politics, their lives were sometimes unsafe.

10. *Al-Qifṭī*, p.442.
11. *Ibn abī Uṣaybiᶜa*, p.286.
12. *Al-Ṭabarī*, Vol. IX p.413.
13. See footnote 3 for a list of the successive caliphs.
14. *Ibn Khurdādhbih*, p. 106.
15. *Al-Masᶜūdī*, *Al-Tanbīh wa al-Ishrāf*, p.116.
16. *Al-Bīrūnī*, *Al-Athār al-Bāqiya*, p.290.
17. *Al-Muqaddasī*, p.362.
18. *Ibn abī Uṣaybiᶜa*, p.286.

In the reign of the Caliph al-Ma'mūn and his successors the Banū Mūsā played a key role in developing mathematics, astronomy, and technology. This they did by virtue of their writings as well as their dynamic influence on the movement of translation from Greek into Arabic.

The Banū Mūsā brothers were three: Muḥammad, Aḥmad, and al-Ḥasan. They are known by no other name than Banū Mūsā.[5] Nowhere is there any mention of their dates of birth. All we know[6] is that Muḥammad was the eldest, and since the names invariably occur in uniform succession, we gather that Aḥmad was the next, and that al-Ḥasan, presumably, was the youngest. About Muḥammad we know, further, that he died in Rabīᶜ al-Awwal 259 H. (January 873 A.D.).[7] The sources tell us that Mūsā bin Shākir turned his sons over to the care of al-Ma'mūn while they were still young. Al-Ḥasan, the youngest, grew to be a brilliant geometer in the reign of this caliph. Assuming that al-Ḥasan was twenty-seven when he reached this exceptional level of distinction, we may infer that in the beginning of al-Ma'mūn's era the brothers ranged in age between seven and ten years, and at the end of that time, between twenty-seven and thirty. If we accept this chain of reasoning, it follows that Muḥammad, who died in the year 259 H./873 A.D., was then seventy.

Accounts of the father, Mūsā bin Shākir, are conflicting. It seems that in his youth he was a highwayman, in the area of Khurāsān. Later he became penitent, and sought the favour of al-Ma'mūn, who, during the reign of his brother al-Amīn, was then living at Marw, in Khurāsān. Mūsā bin Shākir grew to be a constant attendant at al-Ma'mūn's court, and devoted his time and efforts to science, particularly astronomy and mathematics; so much so that he came to be called *al-Munajjim* (the astronomer). Al-Qifṭī mentions that both Ibn Shākir and his sons were proficient at mathematics and astronomy, particularly planetary motion.[8]

On the death of their father, the three boys were taken care of by al-Ma'mūn, who entrusted them to the guardianship of Isḥāq b. Ibrāhīm al-Muṣᶜabī. This, in turn, admitted them into the *Bayt al-Ḥikma*, where they were supervised by the well-known astronomer and astrologer, Yaḥyā b. Abī Manṣūr. We are told that in the course of his travels in Byzantium, al-Ma'mūn "used to write to Isḥāq, asking and exhorting him to take good care of the three brothers, and inquiring how they fared".[9] Their life in the *Bayt al-Ḥikma* provided an exceptionally propitious opportunity for the Banū Mūsā to educate themselves and develop their scientific talents. In their youth and while studying, we are

5. *Al-Qifṭī*, p.441.
6. *Al-Qifṭī*, p.442.
7. *Ibn Khallikān*, p.8.
8. *Al-Qifṭī*, p.315.
9. *Al-Qifṭī*, p.441.

1. *The Banū Mūsā – Their Life and Times*

"The ninth century was essentially a Moslem century".[1]

Muslim scholars were far in advance of their fellow scientists in other parts of the world. They were the torchbearers of the world civilization of their age. They were distinguished in all fields of knowledge. They achieved much, and were remarkably creative. In the first half of the 9th century, the Islamic-Arabic civilization produced world geniuses, the pioneers of science. Among them were al-Kindī, the Banū Mūsā, al-Khwārizmī, al-Farghānī, Ibn Māsawayh, and others.

Islamic-Arabic civilization was then at its zenith. For while Harūn al-Rashīd was famous for his patronage of science and art, he was overshadowed in this respect by his successor al-Ma'mūn,[2] seventh among the Abbasid Caliphs[3] (198-218 H./813-833 A.D.).

In Baghdad al-Ma'mūn established an Academy of Science, *Bayt al-Ḥikma* (house of wisdom). The most important activity undertaken at this Academy was the translation of the original Greek philosophical and scientific works. Al-Ma'mūn made great efforts to obtain valuable Greek manuscripts, for which purpose he sent missions to the Byzantine emperor. At his orders, these manuscripts were translated into Arabic.

The *Bayt al-Ḥikma* had an enormous library and an observatory. Historians of science consider the establishment of the *Bayt al-Ḥikma* the greatest achievement of its kind since the setting up of the Museum of Alexandria over a thousand years before.[4] In this scientific milieu lived the Banū Mūsā. Eventually they came to be the most prominent and influential scientists in the history of this establishment.

---

1. *Sarton*, Vol. I, p.543. Here and in the sequel, references in italics are short titles of works listed in the bibliography.

2. Al-Ma'mūn was born in Baghdad in 170 H./786 A.D., and died in Tarsus in 218 H./833 A.D. Many historians consider him the most eminent of the Abbasid caliphs.

3. It may be of use here to list the names of the earlier Abbasid caliphs who reigned during the period treated in this book along with the date of accession of each:

Al-Saffāḥ	132 H./754 A.D.	Al-Mutawakkil	232 H./847 A.D.
Al-Hādī	169 H./785 A.D.	Al-Muntaṣir	247 H./861 A.D.
Harūn al-Rashīd	170 H./786 A.D.	Al-Mustaᶜīn	248 H./862 A.D.
Al-Amīn	193 H./809 A.D.	Al-Muᶜtazz	252 H./866 A.D.
Al-Ma'mūn	198 H./813 A.D.	Al-Muhtadī	255 H./869 A.D.
Al-Muᶜtaṣim	218 H./833 A.D.	Al-Muᶜtamid	256 H./870 A.D.
Al-Wāthiq	227 H./842 A.D.	Al-Muᶜtaḍid	279 H./892 A.D.

4. *Sarton*, Vol. I, p.557.

INTRODUCTION

helped in looking up data in the Arabic references consulted for preparing the first part of this book. I also thank Prof. Dr. Fayez Iskandar for translating the introduction into English, and Muhammad Kamil Faris, who composed, in his beautiful Kufic hand, the title of the book. I extend also my thanks to Miss Safa' Masallati, who helped in compiling the glossaries, and to Miss Oruba Zein el-din, who helped in typing the manuscript of the English section. I appreciate, further, the effort of Mr. Salah al-Din Shushan in inscribing the letters on all the illustrations. Finally, I thank all workers in the Aleppo University Press for their patient cooperation, particularly the director, Mahmud Hossein, as well as Mr. Mahmud Moqaddam, and Miss Sonia Janji.

A. Y. H.

all illustrations occurring in them. Still, the work done by Hill was always a source of inspiration and guidance. It is to be expected that some discrepancies, be they ever so slight, should arise in the process of editing the Arabic text, as between this work and the English translation. These need redound neither against the Hill translation nor the present work.

A second praiseworthy effort was the pioneering work conducted first by Wiedemann and Hauser, and then by Hauser alone. The latter translated, with a certain degree of liberty, the entire material of the *Kitāb al-Ḥiyal.* Wiedemann and Hauser performed most valuable service to the history of Arabic science.

Cordial thanks are also due to the superintendent of the Topkapi Sarayi Library, Istanbul, for his permission to publish photographs of certain pages of the Topkapi MS, for his generous and unconditional cooperation in providing our Institute with a microfilm copy of this document in full, and for sending enlarged prints of certain of the drawings. In this connexion, I must thank my friend Prof. Muammer Dizer, Director of the Kandilli Observatory, Istanbul for his generous help.

I am also grateful to the staff of the Vatican Library for supplying us with films of numerous Vatican maunscripts.

We are further indebted to the head of the Gotha Library, Dr. Helmut Klaus, for having graciously sent two microfilms, one of the Gotha MS, which constitutes part of the Gotha Berlin joint MS, the other of the MS copied from the Vatican MS towards the end of the nineteenth century by Phillip Morani.

I also appreciate the help of the director of the Staatsbibliothek in West Berlin, who supplied a microfilm of the Berlin MS which constitutes, with that of Gotha, the complete book.

Again I thank my friend Dr. Donald Hill, this time for providing me with copies of the Gotha Berlin MS when the German copies were delayed. Dr. Hill also placed his own collection of photographs at the disposal of the Institute, and they have been of invaluable help.

During the course of my work on the Banū Mūsā, I unfortunately suffered a serious illness. For some time therefore the burden of the work fell upon the shoulders of my friend Dr. Edward Kennedy. I wish to express my thanks for his able and scholarly contribution, without which the publication of this book would have been considerably delayed.

I extend my thanks further, to a substantial number of the staff of the *IHAS* and of the Aleppo University Press for their cooperation in preparing this book for print. I am grateful both to Colonel Muhammad ᶜAli Khayata, who helped in editing the manusripts and to Mr. Mostafa Taᶜmuri, who made the drawings. Thanks also go to Messrs. Malek Malouhi and Riyad Sammani, who

Foreword

It seemed appropriate that the Institute for the History of Arabic Science should begin its activities in the domain of the history of Arabic technology by publishing the *Kitāb al-Ḥiyal* (*The Book of Ingenious Devices*), by the Banū Mūsā. In point of fact, this scheme was the first to be embarked upon by the Institute. However, Topkapi MS 3474 was then as yet unknown. With the discovery of this document, work on the scheme was stopped, pending the appearance of Dr. Donald Hill's English translation of the book in question. Now the publication by the *IHAS*, of this important document complements two previous works issued in this series on the history of Arabic technology: *Al-Ṭuruq al-Saniya fī al-Ālāt al-Rūḥāniya*" (*The Sublime Methods in Spiritual Machines*) by Taqī al-Dīn, and *Al-Jāmi*[c] *bain al-*[c]*Ilm wa al-*[c]*Amal al-Nāfi*[c] *fī Ṣinā*[c]*at al-Ḥiyal* (*A Compendium of Theory and Practice of Ingenious Devices*), by al-Jazarī.

It is regrettable that the publication of the *Kitāb al-Ḥiyal* in Arabic should have been so long delayed, for considerable interest has been shown in it by Western scholars. It was translated into German in the first quarter of this century by Wiedemann and Hauser and into English by Hill in 1979. None the less, it is something to have finally produced it. With the appearance in print of the full Arabic text, the book is made accessible to readers of Arabic: the general reader as well as the specialist student can now attempt to understand the devices investigated by the Banū Mūsā. It is hoped that many readers will make such an attempt, which, we feel, will be a rewarding intellectual experience.

I deem it a pleasant duty on my part to thank, in the first place, my colleague and friend Dr. Donald Hill, whose English version was a substantial aid to me in bringing out the Arabic original. Without Dr. Hill's book the present work was sure to have taken a far longer period. I have followed Hill's method in classification, as well as in the sequence of the devices and equipment. Many of his remarks and comments have found their way into the present publication.

I am also grateful to Reidel Co., publishers of the English text, for their gracious permission to make use of all material required by the editor.

Naturally, we have undertaken a full editing and authentication of the Arabic text, depending therein upon the original manuscripts. We have redrawn

Table of Contents

On the occasion of the fifteenth century of Hijra, this work is dedicated to the memory of those engineers, who contributed to the building of Arabic-Islamic civilization throughout the centuries.

Sources & Studies in the History of Arabic-Islamic Science

History of Technology Series 3

KITĀB AL-ḤIYAL

"The Book of Ingenious Devices"

by

The Banū (sons of) Mūsā bin Shākir

edited by

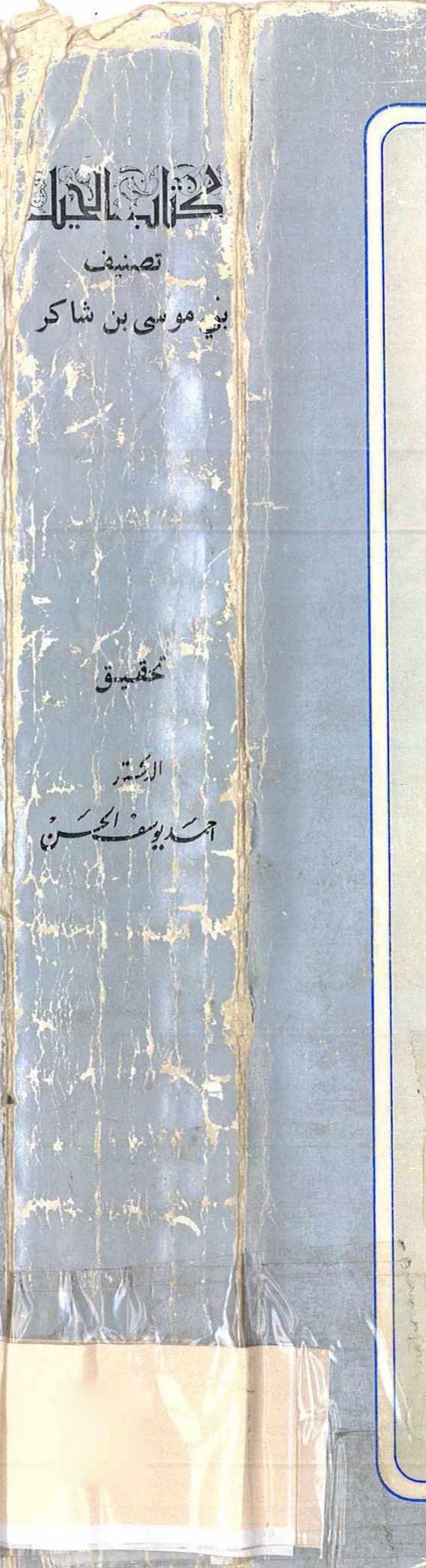
AHMAD Y. AL-HASSAN

with the collaboration of

MOHAMMAD ᶜALI KHAYYATA and MUSTAFA TAᶜMURI

University of Aleppo
Institute for the History of Arabic Science
Aleppo, Syria
1981

KITĀB AL-ḤIYAL



On the Occasion of the Beginning of the Fifteenth Century of Hijra

Sources & Studies in the History of Arabic-Islamic Science

History of Technology Series 3

KITĀB AL-ḤIYAL

"The Book of Ingenious Devices"

by

The Banū (sons of) Mūsā bin Shākir

edited by

AHMAD Y. AL-HASSAN

with the collaboration of

University of Aleppo

Institute for the History of Arabic Science

Aleppo, Syria

1981

مطبعة جامعة حلب